

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 004.9

doi:10.30987/2658-6436-2022-1-64-72

МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ВУЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ирина Николаевна Максимяк^{1✉}, Фёдор Юрьевич Лозбинев²,

Владимир Иванович Аверченков³

^{1, 2, 3} Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Россия

¹ irinamaksimyak@yandex.ru

² flozbinev@yandex.ru

³ aver@tu-bryansk.ru

Аннотация. Представлен обзор современных достижений в области повышения эффективности управления образовательным процессом высшего учебного заведения. Определена визуальная и теоретико-множественная модели системы управления социально-экономической системой образовательного учреждения. Представлены основные структурные элементы системы управления, а также взаимосвязи между ними, упорядоченные для достижения заявленных целей образовательной организации. Предложено представление внутренней структуры социально-экономической системы образовательного учреждения как объекта управления. Представлен классификатор видов деятельности образовательной организации в классическом табличном виде и в виде теоретико-множественной модели. Определены перспективы дальнейшего понимания путей развития системы управления социально-экономической системой образовательного учреждения.

Ключевые слова: система управления, образовательная организация, социально-экономическая система, эффективность управления

Для цитирования: Максимяк И. Н., Лозбинев Ф. Ю., Аверченков В. И. Модели системы управления социально-экономической системой вуза для повышения эффективности образовательной деятельности // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. 2022. №1 (15). С. 64-72. doi: 10.30987/2658-6436-2022-1-64-72.

Original article

Open Access Article

MODELLING THE MANAGEMENT OF THE UNIVERSITY SOCIO-ECONOMIC SYSTEM TO INCREASE THE EFFICIENCY OF EDUCATIONAL ACTIVITIES

Irina N. Maksimyak^{1✉}, Fedor Yu. Lozbinev²,

Vladimir I. Averchenkov³

^{1, 2, 3} Bryansk State Technical University

¹ irinamaksimyak@yandex.ru

² flozbinev@yandex.ru

³ aver@tu-bryansk.ru

Abstract. A review of modern achievements in the field of improving the efficiency of managing the educational process of a higher educational institution is presented. The visual and set-theoretic models of managing the socio-economic system of an educational institution are defined. The article presents the main structural elements of the management system as well as the relationship between them, ordered to achieve the stated goals of the educational organization. Representing the internal structure of the socio-economic system of an educational institution as an object of management is proposed. A classifier of educational organization activities is presented in the classical

tabular form and in the form of a set-theoretic model. The prospects for further understanding of the ways of developing the management of the university socio-economic system are determined.

Keywords: management system, educational organization, socio-economic system, management efficiency

For citation: Maksimyak I. N., Lozbinev F. Yu., Averchenkov V.I. Modelling the management of the university socio-economic system to increase the efficiency of educational activities. Automation and modeling in design and management, 2022, no. 1 (15). pp. 64-72. doi: 10.30987/2658-6436-2022-1-64-72.

Введение

В условиях современных рыночных отношений высшее учебное заведение стремится к повышению своей конкурентоспособности, расширению собственной образовательной деятельности и увеличению масштабов качественных образовательных услуг. Для достижения этого необходимо значительное повышение эффективности управления образовательной деятельностью вуза [3]. Ранее в работах авторов уже рассматривались вопросы комплексного подхода к реинжинирингу важнейших бизнес-процессов высшего учебного заведения [1 – 3], были предложены пути автоматизации управления образовательной деятельностью вузов [4].

В данной работе перед авторами встает необходимость развить понимание вуза как социально-экономической системы, а также рассмотреть вуз в контексте теории управления. По мнению авторов, это позволит формализовать модель вуза с позиций учета как его внутренних связей, так и внешней среды воздействия. Кроме того, это создаст основания для последующей постановки задачи управления вузом как объектом управления, а также определить критерии оптимизации управления вузом, обеспечивающих его устойчивое развитие на рынке образовательных услуг.

Отметим, что вопросами решения проблем управления системой образования занимались многие ученые. На сегодняшний день основными трендами в этом направлении являются пути оптимизации управления образовательной деятельностью высшего учебного заведения в новых рыночных условиях. Выделим работы Алияровой Е.С., Васильевой И.А., Григорьевой В.К., Грушина А.В., Гущиной О.М., Захаровой А.А., Крюкова Д.Н., Курмангулова А.А., Минина М.Г., Морозова А.В., Панюковой С.В., Ризен Ю.С., Сербуловой Н.М., Соловьевой С.В., Фроловой О.И. Однако, несмотря на большое количество разработок, проблема оптимизации управления образовательной деятельностью вуза решена не до конца.

Востребованность представления вуза как социально-экономической системы в постановке теории управления определяет необходимость формализации управления с позиций целенаправленного воздействия, которое в последствии приводит к оптимизации образовательного процесса. С помощью управления осуществляется целевое преобразование исходных данных посредством сбора и обработки информации, выработка управлеченческих решений и их реализация. Отметим, что в данном направлении также проводились исследования отечественных ученых, в том числе в работе [5], в которой Иванова О.П., Данейкин Ю.В., Трифонов В.А., Мухачёва А.В. определяют пути модернизации моделей эффективного использования вузов в территориальном развитии не только с подходов к оценке вклада вузов в экономику субъектов РФ, но и с учетом методики анализа влияния региональной социально-экономической системы на результативность организаций высшего образования. Также применение теории управления к вопросам формализации систем управления в образовании рассмотрено в работе Аверченкова А.В. [6], где представлено описание системы управления социальной системой иностранных граждан, обучающихся в организациях высшего образования РФ, основанное на подходах и методах теории управления.

Постановка задачи

Определим, что система управления социально-экономической системой (СЭС) образовательного учреждения включает в себя определенные элементы и взаимосвязи между

ними, упорядоченные для достижения цели, например, обеспечения оптимального набора абитуриентов на направления подготовки и специальности в ходе приемной кампании.

С одной стороны, основными составляющими элементами системы управления СЭС образовательного учреждения будут являться: социально-экономическая система – объект управления, внешняя среда, включающая в себя различные факторы, целевые установки (положение о количестве мест для приема на обучение и др.), управляющее устройство – система поддержки принятия решений для оптимизации управления [8], исполнительное устройство (исполнителем может быть сотрудник приемной кампании), контролирующее устройство. С другой стороны, взаимосвязи между элементами – это допустимые управляющие воздействия, исходящие из центра и направленные на объект управления, задающие воздействия, множество выходных сигналов и обратная связь.

Получение информации о результатах управления играет решающую роль в процессе управления. На основании оценки результатов от предшествующих воздействий и внешних возмущений формируется текущее управляющее воздействие [9, 12]. В этом случае используется обратная связь. Структура системы управления образуется совокупностью элементов системы управления, отношений и связей между ними. На устройство управления подаются сигналы задающего воздействия и воздействия обратной связи [9, 12]. На основе этих сигналов устройство управления формирует специальное управляющее воздействие по определенному алгоритму или закону управления [9, 12], тем самым достигается цель управления – изменение состояния объекта в соответствии с заданием. На рис. 1 представлена модель системы управления социально-экономической системой образовательного учреждения с позиций понятий и терминов теории управления.

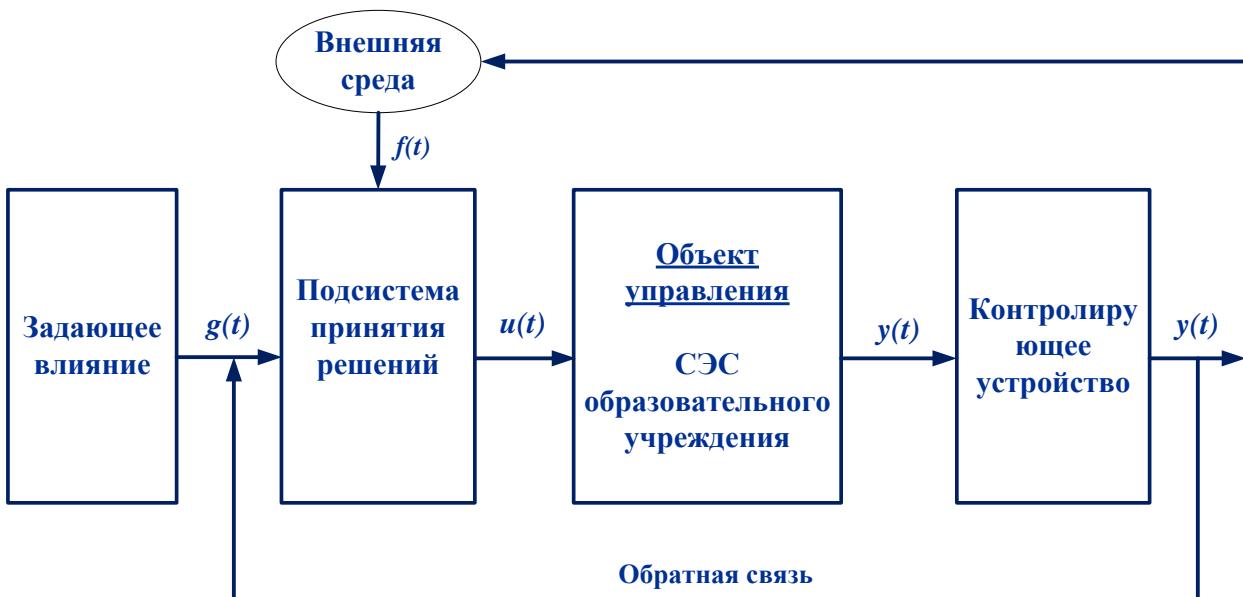


Рис. 1. Модель системы управления социально-экономической системой образовательного учреждения
Fig. 1. Model of the management system of the socio-economic system of an educational institution

Устройство управления, представляющее собой подсистему принятия решений, формирует управляющее воздействие $u(t) \in U$ на объект управления – социально-экономическую систему образовательного учреждения – с учетом задания $g(t) \in G$, влияния внешней среды $f(t) \in F$ и информации о текущем состоянии объекта управления $y(t) \in Y$. Подсистема принятия решений представляет собой совокупность системы поддержки принятия решений и исполнительного устройства. Исполнителем, в данном случае, может быть сотрудник вуза, являющийся лицом, принимающим решения (ЛПР). Образовательная организация взаимодействует с внешней средой. Из внешней среды в образовательное учреждение поступают ресурсы, а во внешнюю среду передаются результаты деятельности.

Материалы и методы решения задачи

Модель системы управления включает в себя управляющий орган – субъект управления и управляемую систему – объект управления. На входе объекта управления возникают управляющее воздействие $u(t)$ и внешние воздействия $f(t)$. На выходе объекта управления определяются показатели состояния управляемой системы $y(t)$. Управляющий орган (центр) должен обеспечиваться информацией о состоянии объекта управления (агента) с помощью обратной связи. Состояние системы можно описать действием агента $u \in A$, где A – множество допустимых действий. Управляющее воздействие обозначено $u \in U$, где U – множество допустимых управлений. Итак, состояние системы описывается переменными u – управление и y – состояние объекта управления. От этих показателей зависит критерий эффективности функционирования системы $K(u, y)$. Реакцию управляемого объекта на управляющее воздействие u выразим $y = G(u)$, т.е. состояние агента является известной функцией от управления. Можно подставить эту зависимость в критерий эффективности функционирования, тогда получим функционал $\Phi(u) = K(u, G(u))$. Этот функционал зависит только от управления и называется эффективностью управления. Допустимое управление $u \in U$, обладающее максимальной эффективностью: $\Phi(u) \rightarrow \max_{u \in U}$, является оптимальным управлением [9]. Для повышения эффективности управления СЭС вуза целесообразно использовать систему поддержки принятия решений, позволяющую оптимизировать управление, повысить эффективность принимаемых управленческих решений.

В общем виде модель системы управления (СУ) социально-экономической системой (СЭС) образовательного учреждения (ОУ) может быть описана следующим образом:

$$S_{\text{СЭС ОУ}} = \{O, D, R, F, B; U, Y, G, C\},$$

где множество элементов системы управления СЭС ОУ представлено следующими переменными: O – объект управления – социально-экономическая система образовательного учреждения; D – управляющее устройство – система поддержки принятия решений; R – исполнительное устройство (исполнителем может быть сотрудник вуза); F – внешняя среда; B – контролирующее устройство; множество отношений между элементами представлено следующими переменными: U – множество управляющих воздействий; Y – множество выходных сигналов – состояний объекта управления; G – множество задающих воздействий; C – обратная связь. Подобным образом описана система управления региональной социально-экономической системой автором Аверченковой Е.Э. в работе [8].

Результаты и их обсуждение

Представим образовательную организацию как совокупность целенаправленно взаимодействующих и взаимосвязанных подсистем, элементов, отношений. С точки зрения теории управления, образовательная организация относится к социально-экономическим системам и характеризуется соответствующими свойствами. Оказание образовательных услуг, взаимодействие с внешними структурами, решение финансовых вопросов и другие экономические аспекты характеризуют вуз как экономическую систему. В процессе осуществления образовательной деятельности высшее учебное заведение объединяет социальные интересы различных категорий общества и государства. Вследствие этого, вуз можно рассматривать как социальный институт.

Визуальное представление вуза с точки зрения его внутренней структуры приведено на рис. 2. Внутренняя структура социально-экономической системы образовательного учреждения состоит из множества объектов: подразделений, административно-управленческого персонала, преподавателей, сотрудников и обучающихся. Определим, что существующие социальные и экономические взаимосвязи и отношения дают возможность исследовать образовательное учреждение как социально-экономическую систему, имеющую общую цель, распределяемую по подразделениям.

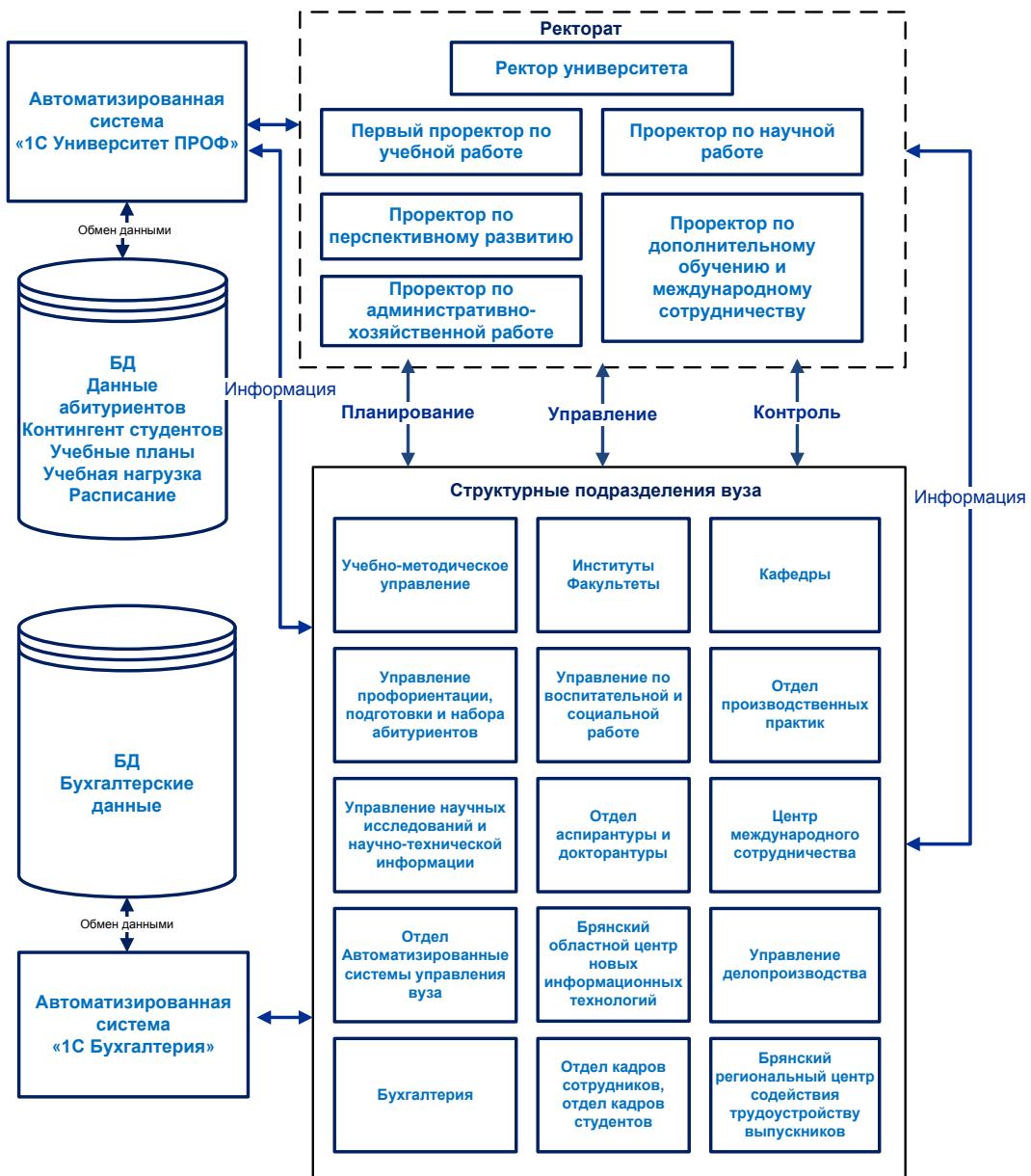


Рис. 2. Внутренняя структура социально-экономической системы образовательного учреждения (на примере ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»)

Fig. 2. The internal structure of the socio-economic system of an educational institution (on the example of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Technical University»)

В соответствии с рис. 1, основными функциями управления образовательной деятельностью вуза являются: планирование, управление и контроль. Структурные элементы системы управления вузом ориентированы на обеспечение образовательно-воспитательного процесса по подготовке обучающихся в строгом соответствии с требованиями соответствующих образовательных стандартов [10].

В работе авторов [7 – 8] ранее описывались подходы к формированию иерархического классификатора для целей описания объекта управления в социально-экономической системе. Применим данный подход для задач формализации социально-экономической системы образовательного учреждения. Так, все виды деятельности вуза между собой взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга и могут быть классифицированы. Детализация видов деятельности высших учебных заведений ранее проводилась учеными Косыкиным А.В., Ужаринским А.Ю., Титенко Е.А. в работе [11]. В табл. 1 представлен соответствующий классификатор, включающий в себя основные виды деятельности образовательной организации с двухуровневой разбивкой.

Классификатор видов деятельности высшего учебного заведения
Classifier of higher education activities

Таблица 1

Table 1

Виды деятельности высшего учебного заведения		Составляющие элементы по видам деятельности	
<i>S</i>	Название вида деятельности <i>S_n</i>	<i>S_{mn}</i> Название элементов, <i>S_{mn}</i>	
<i>S₁</i>	Образовательная	<i>S_{1_1}</i>	Обучение бакалавров и специалистов
		<i>S_{1_2}</i>	Обучение в магистратуре
		<i>S_{1_3}</i>	Обучение в аспирантуре
		<i>S_{1_4}</i>	Дополнительное образование
		<i>S_{1_5}</i>	Подготовительные курсы
<i>S₂</i>	Научно-исследовательская	<i>S_{2_1}</i>	Проведение конференций, публикация статей
		<i>S_{2_2}</i>	Организация получения грантов
		<i>S_{2_3}</i>	Научно-исследовательская деятельность (НИД) студентов
		<i>S_{2_4}</i>	Научно-исследовательская деятельность аспирантов
		<i>S_{2_5}</i>	НИД преподавателей и сотрудников
<i>S₃</i>	Социально-воспитательная	<i>S_{3_1}</i>	Воспитательная работа
		<i>S_{3_2}</i>	Приобщение к социальным проектам
		<i>S_{3_3}</i>	Отдых и оздоровление студентов и сотрудников
		<i>S_{3_4}</i>	Спортивная и физкультурная деятельность
		<i>S_{3_5}</i>	Участие в культурных мероприятиях, конкурсах
		<i>S_{3_6}</i>	Патриотические мероприятия
<i>S₄</i>	Производственно-научная инновационная	<i>S_{4_1}</i>	Организация проведения практик
		<i>S_{4_2}</i>	Разработка новых проектов, в том числе, в лабораториях
		<i>S_{4_3}</i>	Сотрудничество с бизнесом, привлечение финансов
		<i>S_{4_4}</i>	Реализация разработанных проектов и поиск путей их выведения на рынок
<i>S₅</i>	Международная	<i>S_{5_1}</i>	Обучение студентов из зарубежных стран
		<i>S_{5_2}</i>	Обмен опытом и специалистами с иностранными вузами
<i>S₆</i>	Финансово-экономическая	<i>S_{6_1}</i>	Привлечение источников финансирования
		<i>S_{6_2}</i>	Распределение имеющихся средств
		<i>S_{6_3}</i>	Начисление заработной платы сотрудникам и преподавателям
		<i>S_{6_4}</i>	Учет оплаты за обучение и назначение стипендий
<i>S₇</i>	Работа с кадрами	<i>S_{7_1}</i>	Привлечение и сохранение квалифицированных сотрудников
		<i>S_{7_2}</i>	Отдел кадров студентов – работа с документацией
<i>S₈</i>	Хозяйственная	<i>S_{8_1}</i>	Материально-техническое обеспечение функционирования вуза
<i>S₉</i>	Сотрудничество с внешними организациями	<i>S_{9_1}</i>	Организация содействия трудоустройству выпускников
		<i>S_{9_2}</i>	Организация сотрудничества с другими вузами
		<i>S_{9_3}</i>	Организация сотрудничества с предприятиями
<i>S₁₀</i>	Профориентация, подготовка и набор абитуриентов	<i>S_{10_1}</i>	Планирование приема
		<i>S_{10_2}</i>	Привлечение абитуриентов
		<i>S_{10_3}</i>	Прием документов
		<i>S_{10_4}</i>	Проведение вступительных испытаний
		<i>S_{10_5}</i>	Зачисление абитуриентов
<i>S₁₁</i>	Деятельность информатизации вуза	<i>S_{11_1}</i>	Информатизация управления вузом
		<i>S_{11_2}</i>	Информатизация образовательного процесса
<i>S₁₂</i>	Издательская деятельность	<i>S_{12_1}</i>	Издание электронных и печатных журналов

Предложенный классификатор состоит из 12 групп, включающий в себя до 5 элементов. Разбивка по группам носит логический характер и связана с пониманием вуза как комплекса научной, общественной, экономической и социальной структуры.

С позиции теоретико-множественного подхода данный классификатор может быть представлен в виде следующей модели:

$$S = (S_{mn} | m = 1, \dots, 12; n = 1, \dots, 5),$$

где S_{mn} – конечный элемент предложенного классификатора; m – число классификационных групп; n – порядковый номер элемента в классификационной группе.

Заключение

Представленные модели системы управления социально-экономической системой образовательного учреждения, внутренней структуры социально-экономической системы образовательного учреждения, а также классификатор видов деятельности высшего учебного заведения могут быть использованы в системе поддержки принятия решений для оптимизации управления образовательной деятельностью вуза.

Дальнейший круг научных исследований связан с формированием задачи управления, критериев оптимальности и определением соответствующих ограничений. Целесообразно применение системы поддержки принятия решений для оптимизации принимаемых управлений решений. Обоснование таких исследований связано со сложностью управления деятельностью высшей школы, необходимостью усовершенствования методов управления для повышения эффективности функционирования образовательной организации.

Список источников:

1. **Максимяк, И.Н.** Анализ основных бизнес-процессов образовательной деятельности высшего учебного заведения для повышения эффективности управления / И.Н. Максимяк, В.А. Шкаберин, М.Л. Потапов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – № 9. – С. 69-80. DOI: 10.30987/article_5d9317b35dd980.01016521.
2. **Максимяк, И.Н.** Реинжиниринг бизнес-процессов социальных и экономических систем на примере высшего учебного заведения / И.Н. Максимяк, В.А. Шкаберин // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки: сб. материалов всерос. конф. с междунар. участием / под общ. ред. Т.В. Шепитко. – М.: Pero, 2017. – С. 257-262.
3. **Шкаберин, В.А.** Применение структурного подхода для проведения реинжиниринга бизнес-процессов приемной кампании Брянского государственного технического университета / В.А. Шкаберин, М.Л. Потапов, И.Н. Максимяк // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2018. – № 7. – С. 70-81. DOI: 10.30987/article_5ba8a18d5618d4.66357018
4. **Максимяк, И.Н.** Необходимость комплексной автоматизации управления образовательной деятельностью высших учебных заведений в современных условиях / И.Н. Максимяк, М.Л. Потапов // Наука и образование: инновации, интеграция и развитие: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. / гл. ред. О.Б. Нигматуллин. – Уфа: Ника, 2019. – С. 71-75.
5. **Иванова, О.П., Данейкин, Ю.В., Трифонов, В.А.,**

References:

1. Maksimyak I.N., Shkaberin V.A., Potapov M.L. Analysis of the Main Business Processes of Educational Activities of a Higher Educational Institution to Improve Management Efficiency. Bulletin of Bryansk State Technical University, 2019, no. 9, pp. 69-80. DOI: 10.30987/article_5d9317b35dd980.01016521.
2. Maksimyak I.N., Shkaberin V.A. Business Process Reengineering of Social and Economic Systems on the Example of a Higher Educational Institution. Proceedings of Russian International Conference «Current State, Problems and Prospects of Branch Science Development» ed. by T.V. Shepitko. Moscow: Pero, 2017, pp. 257-262.
3. Shkaberin V.A., Potapov M.L., Maksimyak I.N. Structural Approach Use for Carrying out Reengineering of Admission Campaign Business Processes of Bryansk State Technical University. Bulletin of Bryansk State Technical University, 2018, no. 7, pp. 70-81. DOI: 10.30987/article_5ba8a18d5618d4.66357018.
4. Maksimyak I.N., Potapov M.L. The Need for Integrated Automation of Managing Educational Activities of Higher Educational Institutions in Modern Conditions. Proceedings of the 6th International Scientific-Practical Conference «Science and Education: Innovations, Integration and Development» ed. by O.B. Nigmatullin. Ufa: Nika, 2019. pp. 71-75.
5. Ivanova O.P., Daneikin Yu.V., Trifonov V.A.,

Мухачёва, А.В., Чопозов, С.И. Влияние региона на развитие университета // Экономика. Информатика. – 2021. – Т. 48. – №2. – С. 217-228. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-217-228.

6. **Аверченков, А.В., Алидодов, А.М.** Формализация систем управления процессом обучения иностранных студентов в вузах Российской Федерации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2021. – № 4. – С. 104-112. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-4-104-11.

7. Аверченкова, Е.Э., Лозбинев, Ф.Ю., Паринов, А.В. Формирование иерархического классификатора для целей описания объекта управления в системе управления региональной социально-экономической системой // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2019. – №4. – С. 19-26.

8. **Аверченкова, Е.Э.** Методология управления региональной социально-экономической системой на основе анализа влияния внешней среды: автореф. дис. ... докт. тех. наук: 05.13.10 / Аверченкова Елена Эдуардовна. – Брянск. – 2020. – 40 с.

9. **Новиков, Д.А.** Теория управления организационными системами: вводный курс. [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/747/47747/23705/> / (дата обращения: 02.01.2022 г.)

10. **Морозов, А.В.** Особенности управления высшим учебным заведением в современных условиях // Управление образованием: теория и практика. – 2016. – №2 (22). – С. 90-106.

11. **Косыкин, А.В., Ужаринский, А.Ю., Титенко, Е.А.** Место web-сервисов в системе управления образовательным учреждением // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2013. – №1 (46). – С. 70-75.

12. **Таibов, О.Р.** Экономико-математическая модель организационной структуры управления предприятием // Известия Иссык-Кульского форума бухгалтеров и аудиторов стран Центральной Азии. – 2019. – №1 (24). – С. 180-189.

Mukhacheva A.V., Chopozov S.I. Influence of the Regional Socio-Economic System on the Development of the University. Economics. Information Technologies, 2021, vol. 48, no. 2, pp. 217-228. DOI 10.52575/2687-0932-2021-48-2-217-228.

6. Averchenkov A.V., Alidodov A.M. Formalization of Control Systems for Process of Training Foreign Students in Universities of the Russian Federation. Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics, 2021, no. 4, pp. 104-112. DOI: 10.24143/2072-9502-2021-4-104-11.

7. Averchenkova, E.E., Lozbinev F.Yu., Parinov A.V. The Formation of the Hierarchical Classifier for the Purposes of the Description of the Control Object in the Control System of Regional Socio-Economic System. Bulletin of Voronezh Institute of the Russian Federal Penitentiary Service, 2019, no. 4, pp. 19-26.

8. Averchenkova E.E. The Methodology of Managing the Regional Socio-Economic System Based on the Analysis of the External Environment Influence: Abstract of doc. diss. Bryansk, 2020. 40 p.

9. Novikov D.A. The Theory of Management of Organizational Systems: an Introductory Course. Available at: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/747/47747/23705/> / (Accesses: the 2nd of January 2022).

10. Morozov A.V. Features of Management Activities of the Modern Head of Educational Organisation. Education Management Review, 2016, no. 2 (22), pp. 90-106.

11. Koskin A.V., Uzharinsky A.Yu., Titenko E.A. Place of Web Services in the Control System of Educational Institution. Bulletin of the South-West State University, 2013, no. 1 (46), pp. 70-75.

12. Taibov O.R. Economic Mathematical Model of the Organizational Structure of Enterprise Management. Proceedings of the Issyk-Kul Forum of Accountants and Auditors of Central Asian Countries, 2019, no. 1 (24), pp. 180-189.

Информация об авторах

Ирина Николаевна Максимяк

тел.: 8(910)238-80-46, ведущий программист отдела «АСУ ВУЗ» ФГБОУ ВО БГТУ

Федор Юрьевич Лозбинев

доцент, доктор технических наук, тел.: 8(910)299-49-32, профессор Кафедры математики и информационных технологий, Брянский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»

Information about authors:

Irina Nikolaevna Maksimyak

tel.: 8(910)238-80-46, Leading Programmer of the Department «Automatic Control System «Higher Educational Establishment», Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

Fedor Yurievich Lozbinev

Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, tel.: 8(910)299-49-32, Professor of the Department of Mathematics and Information Technology, Bryansk Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration»

Владимир Иванович Аверченков

профессор, доктор технических наук,
тел.: (4832) 56-05-33, профессор кафедры
«Компьютерные технологии и системы» ФГБОУ ВО
БГТУ, заслуженный деятель науки РФ

Vladimir Ivanovich Averchenkov

Professor, Doctor of Technical Sciences, tel.: (4832) 56-05-33, Professor of the Department «Computer Technologies and Systems» of Federal State-Owned Publicly-Funded Institution of Higher Education Bryansk State Technical University, Honoured Worker of Science of the Russian Federation

Вклад авторов: Максимяк И.Н. – 50 %, Лозбинев Ф.Ю. – 25 %, Аверченков В.И. – 25 %.

**Contribution of the authors: Maksimyak I. N. – 50 %, Lozbinev F. Yu. – 25 %,
Averchenkov V. I. – 25 %.**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

**Статья поступила в редакцию 31.12.2021; одобрена после рецензирования 10.02.2022;
принята к публикации 11.01.2022.**

**The article was submitted 31.12.2021; approved after reviewing 10.02.2022; accepted for
publication 11.01.2022.**

**Рецензент – Казаков О.Д., кандидат экономических наук, доцент, Брянский
государственный инженерно-технологический университет.**

**Reviewer – Kazakov O.D., Candidate of Economics, Associate Professor, Bryansk State
Technical University.**