

## Разработка модели взаимодействия в социо-эколого-экономической системе сельских территорий в условиях внедрения новых технологий

О. З. Загазежева, К. Ч. Бжихатлов

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук  
360010, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2

**Аннотация.** В статье рассматриваются процессы взаимодействия акторов социо-экономической системы организации сельского хозяйства. Описывается влияние внедрения современных технологий и инновационной инфраструктуры в систему организации сельского хозяйства. Дается оценка влияния результатов внедрения современных технологий на социо-эколого-экономическую систему сельских территорий. В частности, рассмотрен конкретный пример внедрения роботизированной технологии по обеспечению защиты сельскохозяйственных культур. Выявлены возможные проблемы, связанные с описанными процессами: вытеснение неквалифицированных трудовых ресурсов из сельского хозяйства и связанные с этим социо-экономические последствия.

**Ключевые слова:** роботизация, новые технологии, конкурентоспособность продукции, социально-экономические процессы, экология, трудовые ресурсы, экосистема, сельское хозяйство

Поступила 09.11.2022, одобрена после рецензирования 18.11.2022, принята к публикации 05.12.2022

**Для цитирования.** Загазежева О. З., Бжихатлов К. Ч. Разработка модели взаимодействия в социо-эколого-экономической системе сельских территорий в условиях внедрения новых технологий // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 194–202. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-194-202

Original article

## Development of a model of interaction in a socio-ecological-economic system of rural territories in conditions of introduction of new technologies

O.Z. Zagazheva, K.Ch. Bzhikhatlov

Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences  
360010, Russia, Nalchik, 2 Balkarov street

**Abstract.** The article deals with the processes of interaction between the actors of the socio-economic system of the organization of agriculture. The impact of the introduction of modern technologies and innovative infrastructure in the system of agricultural organization is described. An assessment of the impact of the results of the introduction of modern technologies on the socio-ecological and economic system of rural areas is presented. In particular, a specific example of the introduction of robotic technology to ensure the protection of crops is considered. Possible problems associated with the processes described are identified: the displacement of unskilled labor resources from agriculture and the associated socio-economic consequences.

**Keywords:** robotization, new technologies, competitiveness of products, socio-economic processes, ecology, labor resources, ecosystem, agriculture

Submitted 09.11.2022, approved after reviewing 18.11.2022, accepted for publication 05.12.2022

**For citation.** Zagazheva O.Z., Bzhikhatlov K.Ch. Development of a model of interaction in a socio-ecological-economic system in rural territories in conditions of introduction of new technologies. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 6(110). Pp. 194–202. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-194-202

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с постоянным увеличением спроса и значительным оттоком населения из сельских регионов становится актуальным вопрос обеспечения продовольственной безопасности страны. При этом стоит учитывать влияние инновационных разработок на конкурентоспособность сельхозтоваропроизводителей на глобальном рынке. То есть для обеспечения устойчивого социо-эколого-экономического развития сельских территорий необходим качественный переход на инновационные технологии в сельском хозяйстве, в частности на применение робототехнических устройств и систем на основе искусственного интеллекта [1]. При этом классический подход в организационной модели сельского хозяйства не обеспечивает достаточно быстрый переход на новые технологии.

Например, одним из необходимых условий обеспечения конкурентоспособности сельхозпродукции и, соответственно, развития агропромышленного комплекса является внедрение робототехнических систем. Отставание в роботизации с сохранением традиций широкого использования ручного труда и опоры на основанные на эргатических системах технологии уже на данном этапе приводит к дефициту инвестиционных ресурсов и необратимой потере конкурентоспособности продукции из-за неизбежного роста ее себестоимости [2].

**Целью данного исследования** является разработка модели взаимодействия в социо-эколого-экономической системе сельских территорий в условиях внедрения новых технологий.

### **Задачи данного исследования:**

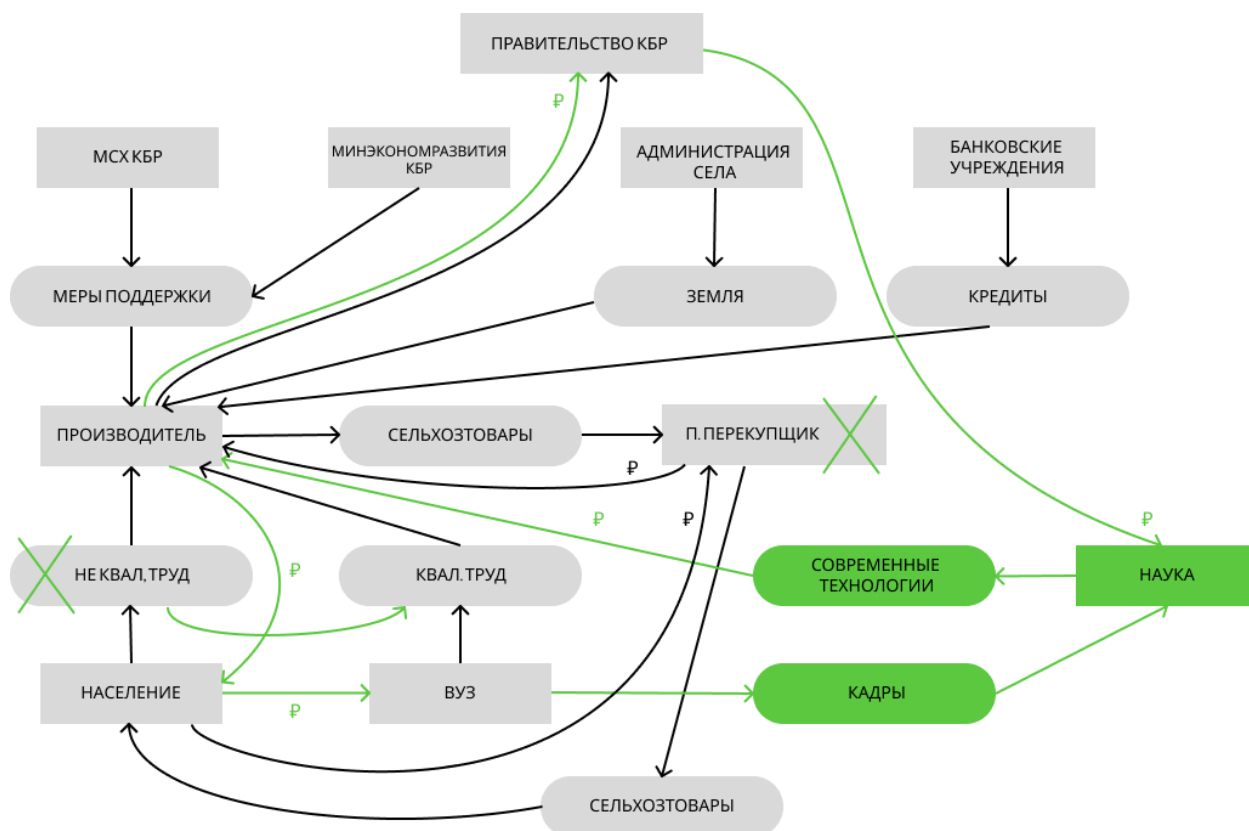
- Изучение процессов взаимодействия акторов социо-экономической системы организации сельского хозяйства.
- Построение организационной модели с учетом внедрения новых технологий в систему организации сельского хозяйства.
- Оценка влияния результатов внедрения современных технологий (на примере робота-агрозашитника КБНЦ РАН) на социо-эколого-экономическую систему сельских территорий.

**Объект исследования:** процессы в системе организации сельского хозяйства на сельских территориях

**Предмет исследования:** влияние внедрения новых технологий и инновационной инфраструктуры на социо-эколого-экономическую систему организации сельского хозяйства.

На рисунке 1 представлена организационная схема (модель) взаимодействия элементов социо-экономической системы организации сельского хозяйства. Прямоугольниками на схеме обозначены акторы системы, овалами – различные ресурсы, а стрелками – перемещение ресурсов. При внедрении новых технологий в систему взаимодействия добавляются новые акторы и потоки ресурсов (обозначенные зеленым цветом).

Производитель, за счет различных ресурсов выполняет свою основную деятельность – производит сельскохозяйственную продукцию. В качестве ресурсов для производителя в модели рассматриваются: меры поддержки, оказываемые государственными органами, земельные ресурсы, финансовая поддержка банковской системы, а также неквалифицированный и квалифицированный труд, предоставляемый населением региона с участием системы образования (отвечающей за перевод неквалифицированного работника в статус специалиста). Производитель в данной схеме является источником сельхозтоваров, которые через перекупщиков поставляются населению. А взамен производитель получает денежные средства, которыми расплачивается с остальными акторами системы (зарплата, налоги, погашение обязательств).



*Рис. 1. Организационная схема (модель) взаимодействия элементов социо-экономической системы организации сельского хозяйства\**

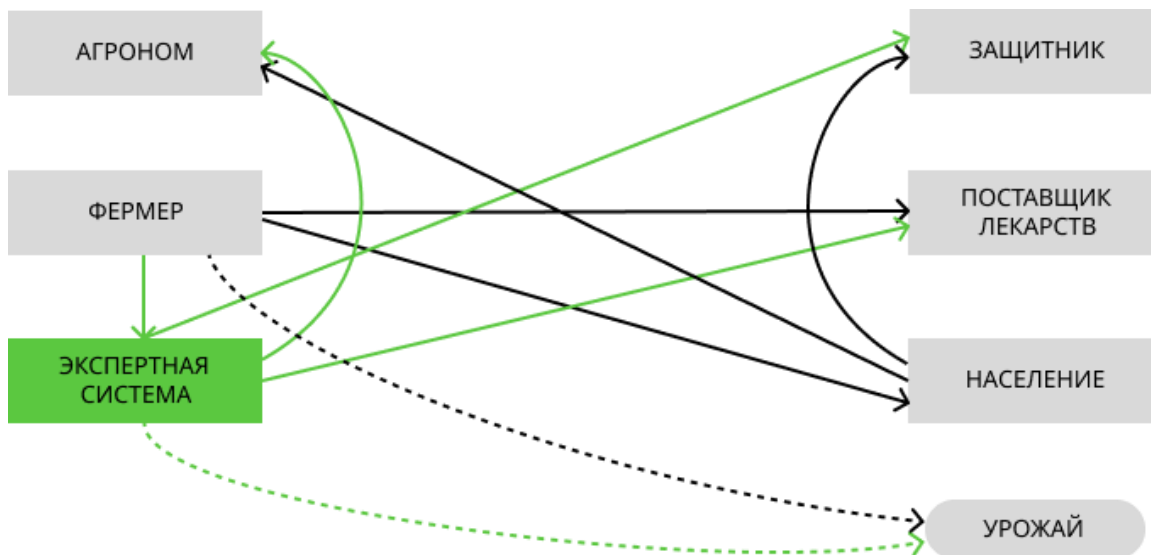
*Fig. 1. Organizational diagram (model) of element interaction Of socio-economic system of agricultural organization \**

\*Составлена авторами

Рассмотрим процесс внедрения новых технологий в представленной модели. В этом случае необходимо учитывать еще одного актора – научные организации, основным создаваемым ресурсом которых являются новые технологии. При эффективной системе взаимодействия науки и производства эти технологии должны попадать к производителю. В результате чего меняется структура ресурсов производителя, в частности исключается неквалифицированный труд. Кроме того, внедрение технологий обеспечивает увеличение эффективности производства и зачастую исключает перекупщиков из товарооборота, что приводит к увеличению доходов. При этом стоит отметить, что повышение доходности сельского хозяйства влечет за собой увеличение оплаты квалифицированного труда и объема выплат в бюджет региона. Именно эти дополнительные средства и должны обеспечить дальнейшую поддержку научных организаций и образовательной деятельности, направленной на перевод большинства населения в статус квалифицированных специалистов.

На рисунке 2 схематически представлена модель взаимодействия акторов, участвующих в защите урожая от вредителей и болезней. В прямоугольниках – акторы процесса, в овале – ресурс (урожай), а стрелками обозначены взаимодействия. Рассмотрим конкретный случай, когда сельхозтоваропроизводитель с целью сохранения и реализации урожая при возникновении угроз от вредителей, болезней сорняков обращается к защитнику или агроному для осуществления консультационных услуг (постановки диагноза и плана устранения угрозы), затем осуществляет поиск поставщиков химикатов, все это происходит в разных местах и

затрачивается много времени. При внедрении экспертной системы сельхозтоваропроизводитель, находясь возле своего поля, может с ее помощью получить доступ ко всем услугам за короткое время. При этом стоит отметить, что затрата времени при обнаружении болезней или вредителей играет ключевую роль. Поэтому даже незначительное ускорение процесса подбора специалистов и поставщиков средств защиты позволит сохранить урожай, что в свою очередь приведет к увеличению выручки производителя.



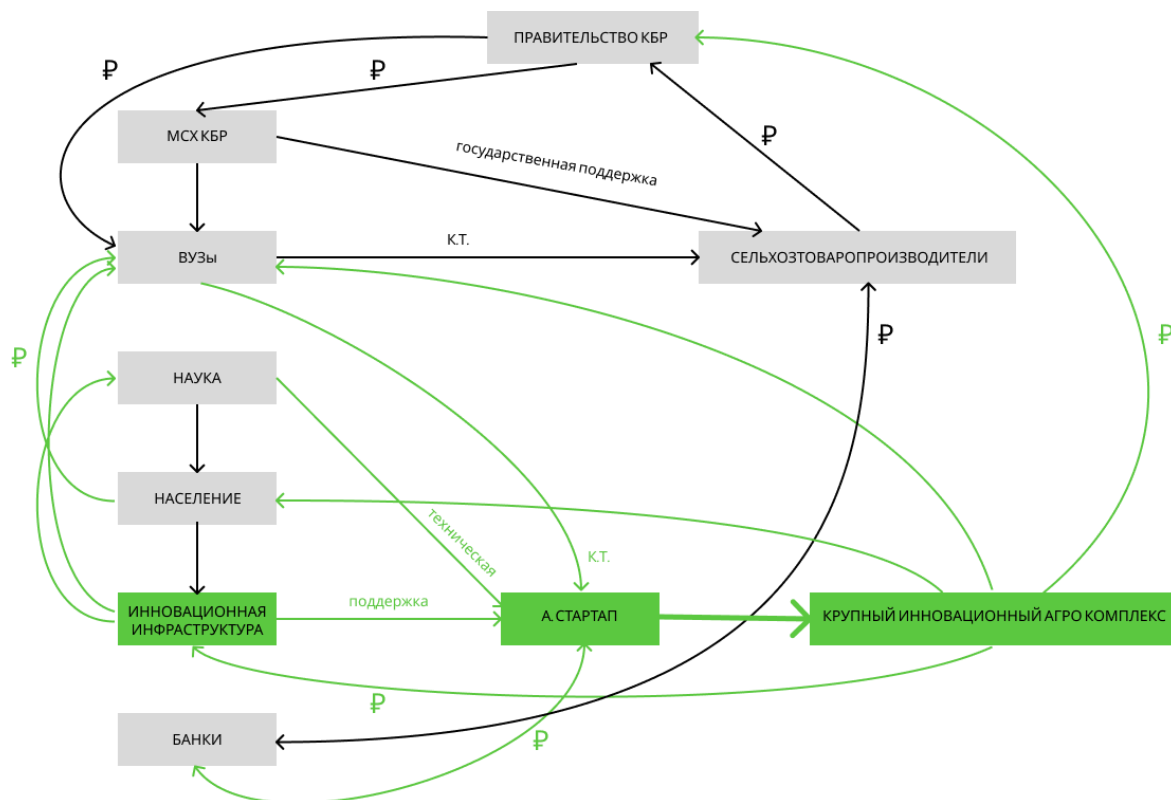
*Рис. 2. Модель взаимодействия акторов, участвующих в защите урожая от вредителей и болезней\**

*Fig. 2. Interaction model of actors involved in crop protection from pests and diseases \**

\*Составлена авторами

На рисунке 3 представлена модель взаимодействия элементов социо-экономической системы организации сельского хозяйства, но уже в разрезе создания условий для агростартапов. В классической системе взаимодействия (серые элементы на рисунке) сельхозтоваропроизводители получают некоторую поддержку от государства, кредитные средства от банков и квалифицированные кадры от системы образования. После реализации своей продукции производитель возвращает полученные средства акторам (налоги, затраты, выплаты по кредитам). При этом инновационному агростартапу зачастую может не хватать поддержки для выхода на рынок, в результате чего в классической схеме крайне редко возникают производители с уникальными технологиями. Внедрение в данную систему актора, отвечающего за продвижение и поддержку агростартапов, возможно, позволит увеличить процент успешных стартапов. Подобным актором (а точнее группой акторов) может стать «инновационная инфраструктура», состоящая из фондов поддержки инноваций в аграрной сфере, успешных компаний, вкладывающих в новые технологии, инжиниринговых центров, центров экспертизы и сертификации<sup>1</sup>. В частности, примером подобной инфраструктуры может служить создание опытного района для внедрения и отработки передовых достижений в области робототехники и систем искусственного интеллекта в области сельского хозяйства.

<sup>1</sup> В КБР в 2022 году разработают стратегию развития региональной инновационной системы. [https://tass.ru/v-strane/14241417?ysclid=laaun5uxuk241461506&utm\\_source=yandex.ru&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=yandex.ru&utm\\_referrer=yandex.ru](https://tass.ru/v-strane/14241417?ysclid=laaun5uxuk241461506&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru)



**Рис. 3.** Модель взаимодействия элементов социо-экономической системы организации сельского хозяйства для агростартапов\*

**Fig. 3.** Model of interaction of elements of the socio-economic system of the organization of agriculture for agrostartups \*

\*Составлена авторами

В результате появления нового актора в системе начинают появляться не только классические производители, но и агростартапы, часть из которых могут выйти на рынок и стать крупными инновационными предприятиями. Наличие у стартапа новых технологий (разработанных самостоятельно или полученных совместно с научными организациями) зачастую позволяет им повысить эффективность производства и выходить на более глобальные рынки, что в свою очередь приводит к заметному увеличению доходов. А повышение доходности нового предприятия приведет к общему увеличению финансовых потоков: повышение зарплат, налоговых поступлений и поддержка текущей работы инновационной инфраструктуры. То есть через некоторое время инновационная инфраструктура начинает поддерживать себя самостоятельно (за счет средств от успешных агростартапов) и поддерживать других участников инновационного процесса (система образования и наука).

Для обеспечения конкурентоспособности и качества сельскохозяйственной продукции без нанесения вреда экосистеме необходимы новые действенные механизмы, основанные на инновационных технологиях. Примером такой технологии может стать разработанный в Кабардино-Балкарском научном центре Российской академии наук прототип робота-агрозашитника, который самостоятельно перемещается по полю, сканирует каждое растение с целью уничтожения вредителей, болезней и сорняков за счет применения роботизированного манипулятора для опрыскивания растений. Планируемая система энергообеспечения данного робота рассчитана на ежедневный анализ каждого растения на поле площадью до 50 га.

Основные проблемы, с которыми сталкиваются фермеры при возделывании сельскохозяйственных культур:

1. Потери урожая из-за воздействия вредителей культур, болезней и сорняков. Ежегодные потери урожая в мире оцениваются в 75 млрд долл., что эквивалентно 35% потенциально возможного урожая<sup>2</sup>.

2. Отсутствие возможности проведения ежедневного мониторинга заболеваемости сельскохозяйственных культур.

3. Неэффективное использование агротехнических, химических и биологических средств защиты растений (перерасход химикатов и повышенная химическая нагрузка на почву).

4. Отсутствие возможности воспользоваться услугами квалифицированных агрономов и защитников растений.

5. Растущий уровень конкуренции приводит к необходимости повышения производительности и перехода к парадигме «точного земледелия» за счет переноса фокуса агротехнических операций с поля на отдельное растение.

#### ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТА-АГРОЗАЩИТНИКА

В качестве примера в данной работе проводится оценка экономической эффективности внедрения робота-агрозашитника при возделывании кукурузы на территории КБР. Калькуляция затрат для традиционного метода возделывания приведена в таблице 1, а с учетом внедрения робота – в таблице 2.

**Таблица 1.** Калькуляция затрат на выращивание кукурузы на 1 га при традиционном возделывании на примере КБР

**Table 1.** Calculation of costs for growing corn per 1 ha. with traditional cultivation on the example of KBR

N	Наименование	Сумма в руб.
1	Оплата труда с отчислениями на социальные нужды	12000
2	Аренда поля в год	4500
3	Аренда оборудования	750
4	Семена	7500
5	Удобрения, инсектициды	8250
6	Полив	15000
7	Топливо	7500
8	Расходы на сбыт	4500
9	Итого себестоимость на 1 га	60000
10	Себестоимость на 1 га	60000
11	Выручка	150000
12	НДС (10%)	13636,36
13	Прибыль	76364
14	Чистая прибыль	61091
15	Рентабельность, в %	40,73

<sup>2</sup> <https://ru-ecology.info/term/9058/>

**Таблица 2.** Калькуляция затрат на выращивание кукурузы на 1 га в руб. при внедрении робота-агрозащитника**Table 2.** Calculation of the cost of growing corn per 1 ha in rubles. when introducing a robot-agro-defender

N	Наименование	Сумма в руб.
1	Оплата труда с отчислениями на социальные нужды	6000
2	Аренда поля в год	4500
3	Аренда оборудования	750
4	Амортизация	6000
5	Семена	7500
6	Удобрения, инсектициды	4125
7	Полив	15000
8	Топливо	7500
9	Расходы на сбыт	4500
10	Итого себестоимость на 1 га	55875
11	Выручка	180000
12	НДС (10%)	16363,64
13	Прибыль	107761
14	Чистая прибыль	86209
15	Рентабельность, в %	47,89
16	Срок окупаемости, лет	0,7

При внедрении данного робота расходы на оплату труда сокращаются на 10% за счет исключения из процесса защитников и агрономов, также 7% экономии затрат приходится на удобрения и инсектициды, так как снижается потребность в обработке всего поля за счет своевременного обнаружения и локального уничтожения угроз. При этом в себестоимость конечной продукции добавляется статья затрат на амортизацию робота-агрозащитника, что увеличивает себестоимость на 10 %. Однако за счет совокупного эффекта – экономии на оплате труда, сокращения применяемых химикатов и за счет сохранения планируемого урожая от вредителей и болезней – выручка увеличивается, а срок окупаемости робота-агрозащитника на 50 га посева кукурузы составляет около 1 года.

Кроме явного экономического эффекта, стоит учитывать влияние роботизации на экосистему. Негативным фактором для экосистемы является внесение больших доз удобрений и инсектицидов, которые со временем накапливаются не только в растениях, но и в почве. Данная разработка существенно снижает потребность в обработке химикатами всего поля за счет встроенной системы искусственного интеллекта [3], которая способна к предикативной аналитике заболеваний растений и своевременному принятию решений по защите посевов. Также манипуляторы робота для опрыскивания проектируются по технологии ультрамалообъемного внесения пестицидов, что позволяет снизить объем вносимой рабочей жидкости без потери биологической эффективности за счет минимального стекания химикатов с растения на землю. В результате сельхозтоваропроизводитель не только экономит за счет снижения расходов на химикаты, но и снижает химическую нагрузку на почву и растения, что в перспективе повысит качество текущего и последующих урожаев и обеспечит динамичное наращивание темпов развития.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Построена модель влияния внедрения новых технологий на схему взаимодействия элементов социо-экономической системы организации сельского хозяйства. Интеграция новых технологий в реальный сектор экономики приводит к заметным изменениям процессов взаимодействия акторов социо-экономической системы организации сельского хозяйства, что в итоге должно привести к повышению уровня образования, увеличению размеров оплаты труда, снижению уровня загрязнения почвы и земельных ресурсов. При этом стоит учитывать и негативный фактор – резкое уменьшение потребности в неквалифицированном труде и уровня занятости части населения сельской территории. Но данная проблема, по нашему мнению, должна решаться государством за счет дополнительных доходов, появившихся в результате повышения эффективности производства.

2. Рассмотрена модель процесса внедрения инновационной инфраструктуры в систему организации сельского хозяйства. Подобное изменение в сельском хозяйстве может привести к появлению нового класса производителей – агростартапов. Причем наличие многоуровневой системы поддержки подобных сельхозпроизводителей, использующих современные технологии, позволит в перспективе получить ряд новых крупных игроков на рынке сельского хозяйства в регионе. Такое изменение позволит не только повысить уровень доходов населения и налоговых поступлений, но и обеспечит дальнейшую поддержку инновационной инфраструктуры. То есть через некоторое время инновационный бизнес начнет поддерживать себя сам и инициирует создание еще большего количества агростартапов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семин А. Н., Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г. Применение технологий искусственного интеллекта и робототехники в сельском хозяйстве и оценка их влияния на безработицу на сельских территориях // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 9. С. 40–45.

2. Загазежева О. З., Шалова С. Х. Особенности эволюции социально-экономических систем в период перехода общества в состояние гетерофазного интеллекта // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 2(106). С. 92–106.

3. Nagoev Z.V., Denisenko V.A., Lyutikova L.A. System of autonomous robot machine vision for agricultural application in mountain territories based on the multi-agent cognitive architectures // Sustainable Development of Mountain Territories. 2018. No. 10(2). Pp. 289–297.

## Информация об авторах

**Загазежева Оксана Зауровна**, канд. экон. наук, зав. Инжиниринговым центром, Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. И. Арманд, 37-а;

oksmil.82@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0903-4234>

**Бжихатлов Кантемир Чамалович**, канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией «Нейрокогнитивные автономные интеллектуальные системы», Кабардино-Балкарский научный центр РАН;

360002, Россия, г. Нальчик, ул. Балкарова, 2;

haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>

## REFERENCES

1. Semin A.N., Skvortsov E.A., Skvortsova E.G. Application of artificial intelligence and robotics technologies in agriculture and assessment of their impact on unemployment in rural areas.



*Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economics of agricultural and processing enterprises]. 2022. No. 9. Pp. 40–45. (In Russian)

2. Zagazheva O.Z., Shalova S.Kh. Peculiarities of the evolution of socio-economic systems during the transition of society to the state of heterophasic intelligence. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 2(106). Pp. 92–106. (In Russian)

3. Nagoev Z.V., Denisenko V.A., Lyutikova L.A. System of autonomous robot machine vision for agricultural application in mountain territories based on the multi-agent cognitive architectures. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2018. No. 10 (2). Pp. 289–297.

### Information about the authors

**Zagazheva Oksana Zaurovna**, Candidate of Economic Sciences, Head of the Engineering Center of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360000, Russia, Nalchik, 37-a I. Armand steet;

oksmil.82@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0903-4234>

**Bzhikhatlov Kantemir Chamalovich**, Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Head of the Laboratory “Neurocognitive Autonomous Intelligent Systems” of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

360002, Russia, Nalchik, 2 Balkarova street;

haosit13@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0924-0193>