

# МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

УДК 631.3:004.422

## ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ В АПК

Альт Виктор Валентинович (ORCID 0000-0002-1536-0856)<sup>1, 2</sup>,  
Исакова Светлана Павловна (ORCID 0000-0003-1172-6774)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный научный центр агроботехнологий Российской академии наук,  
р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет,  
Новосибирск, Россия

**Аннотация.** В настоящее время около 50% хозяйств АПК, в той или иной степени используют элементы информационных цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве. Поэтому появляется необходимость обоснования гносеологических подходов в применении цифровизации сельхозтоваропроизводителями с учетом природно-климатических, товаро-производственных и социальных факторов конкретного хозяйства, формулирования основных положений применения цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве, которые определяют подходы к системному использованию современных цифровых технологий. В результате исследований предложили парадигму информационного обеспечения технологических процессов сельскохозяйственного производства, схему связи объектов сельскохозяйственного производства, отражающих их диалектическую общность.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные факторы, парадигма, цифровая информация, многомерное пространство, объем информации, производительность труда

## АПКДАГЫ ГНОСЕОЛОГИЯЛЫК ЖОБОЛОР

Альт Виктор Валентинович (ORCID 0000-0002-1536-0856)<sup>1, 2</sup>,  
Исакова Светлана Павловна (ORCID 0000-0003-1172-6774)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирь илимдер академиясынын агроботехнологиялар федералдык илимий борбору,  
Краснообск, Новосибирская облус, Орусия

<sup>2</sup>Новосибир мамлекеттик техникалык университети, Новосибирск, Орусия

**Аннотация.** Азыркы учурда АӨК чарбаларынын 50% га жакыны тигил же бул даражада айыл чарба өндүрүшүндө маалыматтык санариптик технологиялардын элементтерин колдонушат. Ошондуктан конкреттүү чарбанын табигый-климаттык, товардык-өндүрүштүк жана социалдык факторлорун эске алуу менен айыл чарба өндүрүүчүлөрүн санариптештирүүнү колдонууда гносеологиялык ыкмаларды негиздөө, заманбап санариптик технологияларды системалуу пайдаланууга мамилелерди аныктаган. Айыл чарба өндүрүшүндө санариптик технологияларды колдонуунун негизги жоболорун түзүү зарылдыгы пайда болууда. Изилдөөлөрдүн натыйжасында айыл чарба өндүрүшүнүн технологиялык процесстерин маалыматтык камсыздоонун парадигмасы, Айыл чарба өндүрүшүнүн объектилеринин байланыш схемасы, алардын диалектикалык жалпылыгын чагылдырган парадигмасы сунушталды.

**Негизги сөздөр:** айыл чарба факторлору, парадигма, санариптик маалымат, көп өлчөмдүү мейкиндик, маалыматтын көлөмү, эмгек өндүрүмдүүлүгү

## EPISTEMOLOGICAL PROVISIONS IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Alt Viktor Valentinovich (ORCID 0000-0002-1536-0856)<sup>1, 2</sup>,  
Isakova Svetlana Pavlovna (ORCID 0000-0003-1172-6774)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences,  
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

<sup>2</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

**Abstract.** Currently, about 50% of agricultural farms, to one degree or another, use elements of information digital technologies in agricultural production. The paper presents an epistemological approach to the application of digitalization by agricultural producers, taking into account the natural-climatic, commodity-production and social factors of a particular economy. The main provisions of the use of digital technologies in agricultural production are formulated, which determine the approaches to the systematic use of modern digital technologies. As a result of research, they proposed a paradigm of information support for technological processes of agricultural production, a communication scheme for agricultural production facilities reflecting their dialectical commonality.

**Keywords:** agricultural factors, paradigm, digital information, multidimensional space, volume of information, labor productivity

## Введение

Стратегия без тактики – это самый медленный путь к победе.  
Тактика без стратегии – это просто суета перед поражением.

*Сунь-Цзы*

(китайский стратег и мыслитель, живший в VI в. до н. э.;  
автор знаменитого трактата о военной стратегии)

Цифровые технологии в сельскохозяйственном производстве представляют совокупность программных способов обработки природно-производственной информации с использованием аппаратных технических средств и компьютеров [1, 2]. На сегодняшний день нет единого мнения, что является для производства в АПК приоритетным, а что не может быть решено с учетом реалий в конкретных условиях хозяйства. Какие трудности, достоинства и недостатки ожидают производителей желающих извлечь выгоду от использования цифровых технологий и какие возможности открываются при использовании этих технологий. Предлагаются базы данных и знаний, платформенные и облачные решения [2], системы больших данных, нейронные сети, системы искусственного интеллекта и т.д. Текущий момент применения цифровых технологий требует формулирования гносеологических положений к их применения на основе анализа видов информации ее объемов и смены парадигмы информационного обеспечения сельскохозяйственного производства.

*Целью данного исследования* является формулирование основных вопросов при применении цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве, которые определяют гносеологические положения к системному использованию современных цифровых технологий. В основу системности должны быть положены парадигма информационного обеспечения технологических процессов сельскохозяйственного производства и объективная общность объектов (ресурсов) сельскохозяйственного производства.

### Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели предполагается решить следующие задачи с использованием системного анализа скрытых связей и не явных функциональных зависимостей:

- определение структурных связей объектов сельскохозяйственного производства;
- оценка объемов информации, характеризующих многомерное пространство в совокупности всех объектов в целом и отдельно каждого объекта;
- формирование парадигмы информационного обеспечения и управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства с использованием экспертных систем и систем искусственного интеллекта;
- формулирование шести основных посылов применения цифровых технологий.

Важно отметить, что в процессе исследований в нашем научном коллективе на протяжении ряда лет с использованием этой концепции создан ряд информационных моделей, создано более 20 баз данных и знаний [3]. Применены предметно-ориентированные поисковые алгоритмы древообразной поисковой системы.

### Результаты исследования

В чем состоит гносеологическая основа цифровизации сельского хозяйства. Для сельского хозяйства характерны определенные особенности, которые диктуют применение современных возможностей обработки и анализа цифровой информации [1]: многомерность факторов, характеризующих производственно-технологические процессы, агроклиматическая распределенность хозяйств (более 100 млн га), многообразие социумов, а также многочисленность видов, пород, сортов животных и растений. Эти особенности предопределяют необходимость применения современных цифровых технологий: big-data, облачных, распределенных и платформенных [2]. Для сельскохозяйственного производства характерно сочетание процессов с периодичностью от трех лет (в задаче обновления стада животных) до нескольких микросекунд (в задаче обеспечения работоспособности тракторов, комбайнов и другой техники). Исходя из этих примеров полярных требований к быстрдействию, объемам информации, размерам информационных сообщений необходимо сформулировать гносеологические положения к формированию на современном этапе развития как самого сельскохозяйственного производства, так и цифровых технологий.

В аграрном производстве неизбежность неполной информации каждого из субъектов, принимающих управленческие решения, объективно связано с полифункциональным характером объектов управления в сельском хозяйстве, а это окружающая среда, земля, растения, животные, машины и социум (сельский человек со средой его обитания: агро-климатические условия, социально-бытовые условия, финансово-денежная структура доходов и расходов, транспортная инфраструктура, логистика производства и т.д.) (рис. 1). Все эти пять разновидностей ресурсов могут быть объединены в единый производственный процесс и только «социумом», основой которого является человек и среда его обитания, в настоящее время требует многостороннего и углубленного исследования с целью его роста и развития. Под средой обитания человека мы понимаем, все, что его окружает 24 часа в сутки в среде его существования – работа, отдых и досуг. Это финансы, рынок, дом, дороги, коммунальные услуги, условия досуга и т.д.

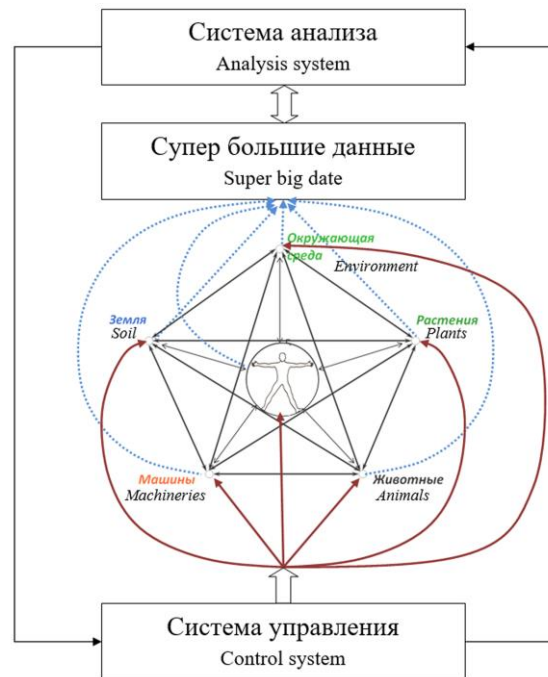


Рис. 1. Схематическое изображение связей объектов в сельскохозяйственном производстве, отражающих их диалектическую общность

В такой ситуации субъект, принимающий управленческие решения, вынужден принимать частные решения, сужая мерность пространства, полагая, что некоторые из ресурсов не существенны или они безграничны. Это приводит к принятию человеком не полиоптимальных решений вследствие неполного знания.

Фридрих фон Хайек, один из выдающихся экономистов и философов XX в., лауреат Нобелевской премии 1974 г., доказал, что основное знание «рассеяно» среди людей, каждый из которых обладает частицей этого знания. Хайек отвергает возможность наличия у каждого индивидуума полной информации – знание неизбежно частично. Поэтому в поведенческом аспекте в процессе предпринимательской деятельности объективно неизбежны ошибки действий или решений. Это первое и одно из главных принципиальных положений применения цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве.

Стремление к росту продуктивности полей и ферм всегда сопряжено с более глубоким познанием мира, тем больше параметров, характеристик, описаний используется. «Любопытство толкает нас к тому, чтобы задавать вопросы, ухватывать суть вещей и понять это множество явлений как, возможно, вытекающие из действия сравнительно небольшого количества простейших процессов и сил, в их бесконечных разнообразных сочетаниях. Таким образом мы пытаемся проанализировать все вокруг, связать то, что нам кажется не связуемым, в надежде, что нам удастся сократить количество различных явлений и тем, самым, понять их лучше» [4]. Необходимость использования больших данных и их анализ для принятия управленческих решений диктует своевременность смены парадигмы информационного обеспечения цифровизированного сельскохозяйственного производства [5, 6]. Нами предложена парадигма информационного обеспечения цифровизированного сельскохозяйственного производства (рис. 2). Парадигма как научная система взглядов на решение задач на современном этапе развития сельскохозяйственного производства охватывает весь комплекс информационного обеспечения от приборов до систем искусственного интеллекта и показывает гносеологическую общность всего разнообразия инструментария, включая и программное обеспечение.

Эффективность растениеводства (в частности, зернового производства) во многом определяется выбором сортов и технологий его возделывания и уборки урожая исходя из почвенно-климатических и ландшафтных особенностей конкретного поля. Такого рода информация может быть получена только путем дистанционного зондирования полей по показателям почвенного разнообразия, температуры, увлажнения, рельефу, технологий посева, ухода за посевами и уборки урожая. Для определения необходимых объемов информации для примера возьмем Новосибирскую область и ее посевные площади – 1900 тыс. га. Решение задач цифрового управления на этой территории по всему спектру видов и сортов сельскохозяйственных культур, их технологиям выращивания и уборке урожая предполагает использование цифровой платформы с обрабатываемыми объемами около 2 петафлопс. Эти данные должны быть проанализированы и систематизированы с учетом рыночной конъюнктуры, по видам, сортам и показателям качества для каждой партии зерновой культуры. Поэтому в процессе производства необходимо определять выбор сорта и технологий его производства от посева до товарного зерна в зависимости от агроклиматического потенциала каждого поля. Инвариантные решения этой задачи возможны только с использованием технологий цифровизации в сельскохозяйственном производстве. Это второе из главных положений применения цифровых технологий в агропромышленном производстве.

В Сибири, да и России в целом, агроклиматический потенциал в 4–6 раз ниже, чем в европейских странах или США. Приняв агроклиматический потенциал России за 1, мы должны иметь в виду, что в Западной Сибири он 0,58–0,63, а в Забайкалье – 0,38–0,43 (по данным академика РАН Гончарова П.Л.). В Сибири с расширением применения высокоинтенсивных, малоэнергоёмких и ресурсосберегающих технологий, обеспечивается производство конкурентоспособной продукции. Динамика производства зерна и объемов использования пашни по Новосибирской области приведена в табл. 1 [4, 7].

Таблица 1

**Объемы производства зерна в Новосибирской области**

Показатель (среднее значение)	1988–1992 гг.	2007–2011 гг.	Прирост, %
Площадь посева, тыс. га	1999	1637	–18
Валовый сбор, тыс. т	2668	3147	18
Урожайность, т/га	1,33	1,92	44

Пример Новосибирской области показывает, что, сравнивая пятилетки 1988–1992 и 2007–2011 гг., видим: при сокращении пашни на 18%, валовый сбор зерна вырос на 18%, а урожайность увеличилась на 44%. Эффект роста производства зерна, прежде всего, достигнут благодаря более высокой урожайности районированных сортов сибирской селекции. По данным академика РАН Власенко А.Н. результаты конкурсного испытания районированных и инорайонных сортов пшениц при возделывании по интенсивным технологиям показали преимущества районированных сортов, а урожайность их варьировалась от 7,6 до 4,5 т/га. В Новосибирской области сорта сибирской селекции занимают 95–99% зернового клина, а в сельское хозяйство пришла более производительная техника. На зерновых полях работает широкозахватные машины и мощные тракторы, которые и позволили повысить производительность труда в зерновом производстве.

Уровни производительности труда в ЗАО «Новомайское» Краснозерского района Новосибирской области производительность труда в зерновом производстве в 2,5 выше, чем по России и на 40% больше, чем в США (рис. 3). Секрет успеха ЗАО «Новомайское» складывается из совокупности всего разнообразия адаптивных технологий, сортов, машин и социума. Приведем один из примеров изменения производительности труда на уборке зерновых в этом хозяйстве. Тридцать лет назад, в 1988 г., в хозяйстве было 67 зерновых комбайнов, 9 тыс. га зерновых, урожайность составляла 12 ц/га, в 2019 г. – 15 зерновых комбайнов, 20 тыс. га зерновых, урожайность 24 ц/га. За 30 лет рост производительности труда на уборке урожая зерновых увеличился в 20 раз (это 2000%). Формирование мультипликативного эффекта при использовании многих составляющих сельскохозяйственного процесса производства в широком диапазоне изменения параметров самих составляющих – это третье гносеологическое положение использования цифровых технологий для получения существенного эффекта.

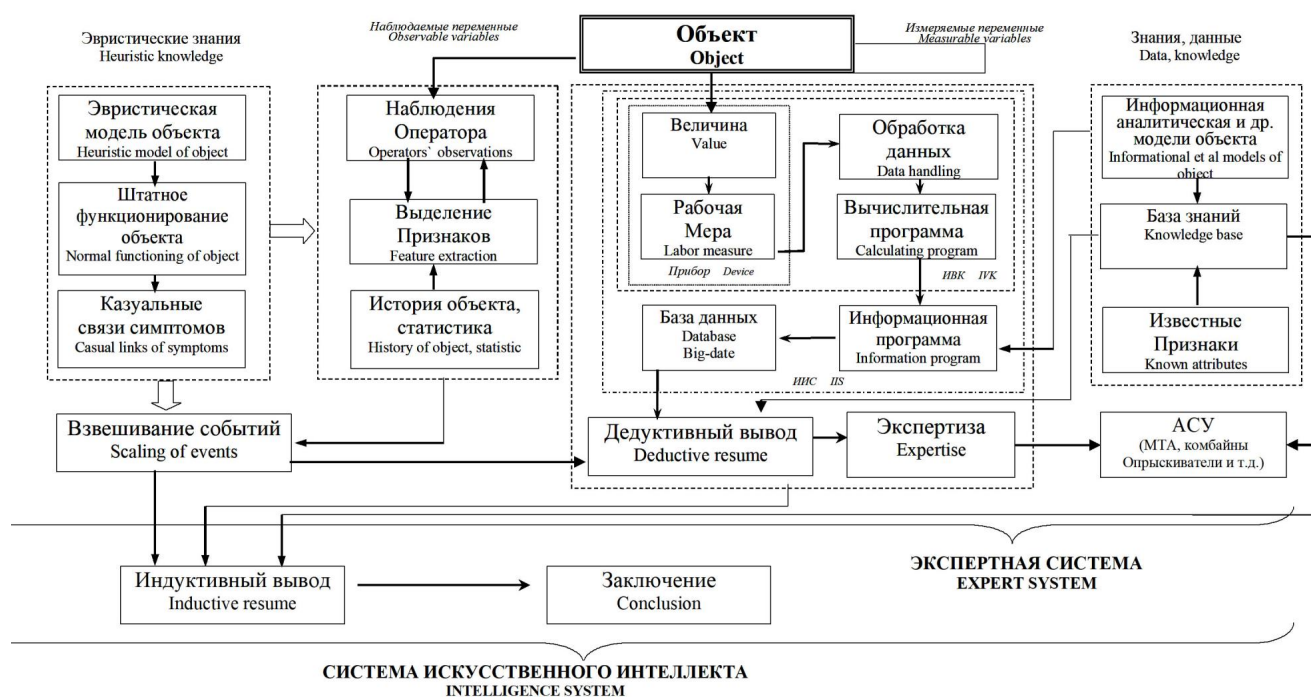


Рис. 2. Парадигма информационного обеспечения и управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства с использованием экспертных систем и систем искусственного интеллекта

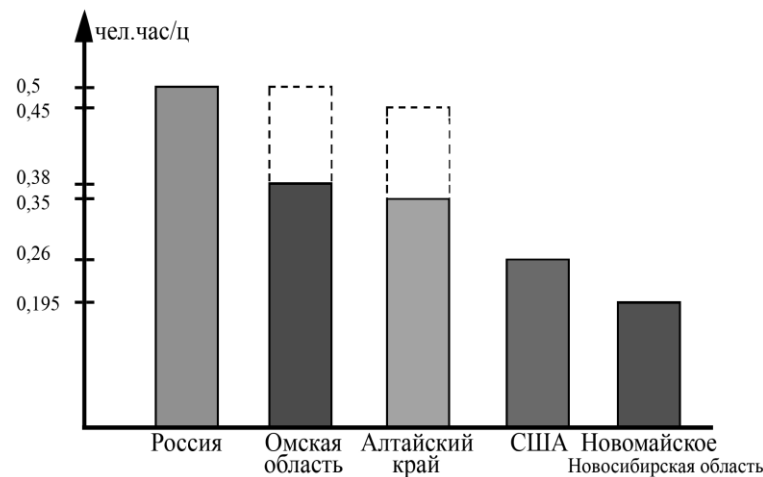


Рис. 3. Производительность труда при производстве пшеницы

Доля сельского населения России за период 1959–2018 гг. сократилась в 2 раза и достигла 26% от всего населения. Сокращение численности сельского населения (табл. 2), исчезновение деревень, социальная напряженность и неудовлетворенность состоянием сегодняшней жизни в деревне (в абсолютно подавляющем большинстве деревень) привели к сокращению с 2001 по 2010 г., работающих в сельскохозяйственных организациях примерно в 5 раз [7]. Негативная тенденция в части обеспечения села специалистами сохраняется. Ради объективности нужно отметить, что крупные товаропроизводители и агрохолдинги острого дефицита в кадрах не испытывают благодаря высоким показателям производительности, интенсификации и оплаты труда.

Таблица 2

#### Численность населения Российской Федерации

Год	Все население, млн чел.	В том числе		Доля в общей численности населения, %	
		городское	сельское	городское	сельское
1959	117,2	61,1	56,1	52,2	47,8
1970	129,9	80,6	49,3	62,1	37,9
1979	137,4	94,9	42,5	69,1	30,9
1989	147,1	107,9	39,2	73,4	26,6
2002	145,2	106,4	38,8	73,3	26,7
2010	142,9	105,3	37,6	73,7	26,3
2011	142,9	105,4	37,5	74	26
2015	146,3	108,3	38,0	74	26

Примечание. Данные за 1959 и 1970 гг. приведены по переписи населения на 15 января, 1979 г. – по переписи на 17 января, 1989 г. – по переписи на 12 января, 2002 г. – по переписи на 9 октября, 2010 г. – по переписи на 14 октября.

Анализ позитивных и негативных тенденций на селе в сфере изменений человеческого ресурса позволяет сделать вывод о хроническом дефиците на селе специалистов высокой квалификации среди рабочих, лиц с высшим и среднеспециальным образованием, владеющих и стремящихся использовать цифровые технологии в производстве.

При рассмотрении теперь всех этих пяти (а полнее – двенадцати) ресурсов видна их мультипликативная связь.

$$F(t) = f_1(t) \times f_2(t) \times f_3(t) \times f_4(t) \times f_5(t), \quad (1)$$

где  $F(t)$  – валовое производство зерна.

Выражение (1) позволяет не только описать процесс производства, но и предвидеть ситуации развития всего процесса в целом и в его ограничениях. Приведем несколько из возможных решений если:

$f_1(t)$  – функционал «ресурс растение» устремится к нулю (это означает отсутствие культурных зерновых растений), то выражение (1) будет равно нулю не зависимо величины всех остальных ресурсов;

$f_2(t)$  – функционал «ресурс машины» устремится к нулю (это означает отсутствие в производственном процессе машин), то выражение (1) не будет равно нулю. Зерновое производство будет, но на уровне первобытно-общинного строя, а не шестого технологического уклада;

$f_3(t)$  – функционал «ресурс земля» устремится к нулю (это означает отсутствие пашни), то выражение (1) будет равно нулю не зависимо от величины всех остальных ресурсов (здесь возможны возражения в части гидропоники,

закрытого грунта, искусственного грунта и т.д., однако не думаю, что в обозримой перспективе эти «заменители почвы» смогут стать основой товарного производства зерна);

$f_4(t)$  – функционал «ресурс окружающая среда» устремится к нулю (это означает отсутствие агроклиматических условий произрастания зерновых культур) то выражение (1) будет равно нулю не только для тех зон, где возделывание зерновых культур невозможно;

$f_5(t)$  – функционал «ресурс социум» (этот функционал включает в себя еще три функционала) устремится к нулю (это означает отсутствие человека в производственном процессе) то выражение (1) будет равно нулю. Хотя и трудно сегодня представить автоматический процесс производства зерна (без участия человека), даже в принципиальном математическом решении при трудностях описаний возможных ограничений [7–9]. Это пятый посыл в использовании информационных цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве.

Рассмотрев пять видов ресурсов – «земля», «растения», «окружающая среда», «машины» и «социум» в единстве и в системе производства зерна, становится очевидным, что у нас в Сибири объективно есть возможность удвоения производства зерна [10].

### Дискуссия

Рассматривая факторы обеспечивающие рост производства зерна следует отметить, что большинство авторов склонны считать, что это: сорта зерновых колосовых интенсивного типа, питание растений (восполнение его обеспечивается органическими и минеральными удобрениями); защита растений от болезней, вредителей и сорняков; увеличение производительности сельскохозяйственных машин (путем их роста ширины захвата, мощности, автоматизации и т.п.) и это безусловно верно и оправдано.

Однако задача нивелирования факторов, сдерживающих рост производства зерна, состоит в формализации лимитирующих факторов и поиске путей их преодоления. Для примера возьмем Забайкальский край. В Забайкалье есть годы, когда в метровом слое почвы влаги нет, и засыхают даже тополя. Но в августе, сентябре приходят дожди и влаги более чем достаточно, ее избытки скатываются в реки и как следствие наводнения. Можно эту влагу использовать? Да можно, и этот технологический прием известен – глубокое рыхление, обеспечивающее накопление влаги в метровом слое почвы и ее использование в следующем вегетационном периоде. Применение глубокого рыхления в ИП «Стерликов» Карымского района Забайкальского края позволяют получить 35 ц/га яровой пшеницы сорта Новосибирская 29.

Этот пример показывает, что поиск приемов и технологий, нивелирующих лимитирующие факторы, является многомерным и только анализ цифровых имитационных моделей агробиоценоза для конкретной территории позволит определить их состав и пути преодоления. Это шестой посыл в развитии и разработке информационных цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве.

### Выводы

В основу сформулированных гносеологических положений информационных цифровых технологий положены принципы, позволяющих использовать их в различных комбинациях, для всего многообразия хозяйств в зависимости от их возможностей и желаний. Решение задач по переходу сельского хозяйства к высокопродуктивному типу производства лежит на пути поэтапного разрешения всех шести положений путем ранжирования этой совокупности по значимости для каждого конкретного хозяйства того или иного положения на устранения (снижения) отрицательного воздействия на жизнедеятельность производителя сельхозпродукции.

### Использованная литература

1. Гончаров В.Д., Котеев С.В., Рау В.В. Проблемы продовольственной безопасности России // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2 (155). С. 99–107.
2. Ганиева И.А. Предпосылки создания информационно-ресурсной цифровой платформы интеллектуального управления системами земледелия и землепользования для агропромышленного комплекса России // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 12. С. 110–116.
3. Альт В.В., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. и др. Методические положения по информационному сопровождению машинных агротехнологий производства зерна яровой пшеницы на уровне сельскохозяйственного предприятия. Новосибирск, 2017. 54 с.
4. Фейнман Р. Дюжина лекций: шесть попроще и шесть посложнее: пер. с англ. М., 2006. 318 с.
5. Dos Santos U.J.L., Pessin G., da Costa C.A., da Rosa Righi R. AgriPrediction: A proactive internet of things model to anticipate problems and improve production in agricultural crops // Computers and Electronics in Agriculture. 2019. N 161. P. 202–213. DOI: 10.1016/j.compag.2018.10.010.
6. Jones J.W., Antle J.M., Basso B. et al. Toward a new generation of agricultural system data, models, and knowledge products: State of agricultural systems science // Agricultural Systems. 2017. N 155 P. 269–288. DOI: 10.1016/j.agsy.2016.09.021.
7. Альт В.В., Савченко О.Ф., Гурова Т.А. и др. Создание и использование компьютерных информационных систем в сельском хозяйстве. Новосибирск, 2005. 126 с.
8. Губарев В.В. Алгоритмы спектрального анализа случайных сигналов. Новосибирск: НГТУ, 2005. 660 с.
9. Alt V.V., Isakova S.P., Lapchenko E.A. Network decision support system for crop production management // Environmentally Friendly Agriculture and Forestry for Future Generations: Proceeding of International Scientific XXXVI CIOSTA&CIGR SECTION V Conference. SPb, 2015. 614 p.
10. Межрегиональная схема размещения и специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации Сибирского федерального округа: рекомендации / под ред. А.С. Донченко, В.К. Каличкина, А.С. Денисова. Новосибирск, 2016. 256 с.