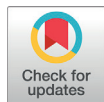


**ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ /  
TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT**<https://doi.org/10.15507/2658-4123.26362.262-276>EDN: <https://elibrary.ru/isrjde>

УДК / UDK 62-18:004.8

*Оригинальная статья / Original article***Структура факторного пространства  
как научно-методическая основа обоснования  
системы дифференцирования машин****М. Е. Чаплыгин** *Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
г. Москва, Российская Федерация, <https://ror.org/05fhdx69>* *[misha2728@yandex.ru](mailto:misha2728@yandex.ru)**Аннотация*

**Введение.** Разработка федеральной системы технологий и машин для растениеводства является важнейшей составляющей программы модернизации агропромышленного комплекса, направленной на обеспечение технологического суверенитета и экономического развития страны. С учетом опыта применения современных тенденций технического прогресса в агропромышленном комплексе должны быть предложены требования к сельскохозяйственной технике в определенном факторном пространстве. В предлагаемой структуре такого пространства человек является разработчиком условий и требований для обеспечения высокоэффективного технологического и технического обеспечения сельскохозяйственного производства.

**Цель исследования.** Выполнить анализ научно-методических подходов и предложить алгоритм выстраивания структуры факторного пространства при обосновании системы дифференцирования машин для развития инновационных технических средств и производственных процессов в агропромышленном комплексе.

**Материалы и методы.** Обоснование функционально зависимых блок-факторов выполнено с помощью структурного и функционального анализа. Решение задач планирования оптимального состава машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий основано на применении методов оптимизационного и системного подходов.

**Результаты исследования.** Предложена структура факторного пространства для характеристики дифференцирования машин. Введены и обоснованы дополнительные блок-факторы, имеющие свое назначение, содержание и выходные показатели: Стратегия развития; требования пользователя техники; агросреда и агрофон; комплекс машин; рабочие органы; энергообеспечение; интеллектуальные технологии управления; предиктивные технологии; квалифицированные кадры; машинно-тракторный парк предприятий. Работа предложенного алгоритма показана на примере разработки селекционного комбайна для реализации задач уборки селекционных делянок.

© Чаплыгин М. Е., 2026

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License.  
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Обсуждение и заключение.** Блок-факторы взаимосвязаны между собой и различаются степенью своей значимости, которая принимается в качестве исходной информации. Каждая составляющая предложенного алгоритма рассмотрена в соответствии с требованиями Стратегии при достижении показателей продовольственной безопасности Российской Федерации. Представленное исследование является продолжением дискуссии по выбору и оценке перспективных направлений в развитии совершенствования методов обоснования системы машин, в том числе с учетом территориальных признаков. Предложенная структура является универсальной, позволяет решать общепроизводственные научные проблемы со сложными многофакторными задачами, учитывающими современные технологии и разработки с применением достижений в области цифровизации, робототехники и искусственного интеллекта.

*Ключевые слова:* факторное пространство, интеллектуальная система, предиктивные технологии, база данных, комплексы машин, параметры машины, агросреда

*Конфликт интересов:* автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

*Для цитирования:* Чаплыгин М.Е. Структура факторного пространства как научно-методическая основа обоснования системы дифференцирования машин. *Инженерные технологии и системы*. 2026;36(2):262–276. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.26362.262-276>

## The Factor Space Structure as a Scientific and Methodological Basis for Substantiating the System of Differentiation of Machines

M. E. Chaplygin 

*Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation, <https://ror.org/05fhdzx69>*

 [misha2728@yandex.ru](mailto:misha2728@yandex.ru)

### *Abstract*

**Introduction.** An essential component of the program for the modernization of the agro-industrial complex is the development of a federal system of technologies and machines for crop production aimed at ensuring the technological sovereignty and economic development of the country. Taking into account the experience of applying modern trends of technological progress in the agro-industrial complex, there should be proposed the requirements for agricultural machinery in a certain factor space. In the proposed factor space structure, a person is a developer of conditions and requirements for ensuring highly efficient technological and technical support of agricultural production.

**Aim of the Study.** The study is aimed at analyzing scientific and methodological approaches and proposing an algorithm for creating the factor space structure in substantiating the differentiation system of machines for the development of innovative technical facilities and production processes in the agro-industrial complex.

**Materials and Methods.** The functionally dependent block-factors were substantiated using the structural and functional analyses. The solution of the tasks of planning the optimal machine and tractor fleet for agricultural enterprises is based on using the methods of optimization and systematic approaches.

**Results.** There has been proposed the factor space structure to characterize the differentiation of machines. There have been introduced and substantiated additional block-factors, which have their own purpose, content and output indicators: Development strategy; the equipment user requirements; agricultural environment and background; complex of machines; working bodies; power supply; intelligent control technologies; predictive technologies; qualified personnel; machine and tractor fleet of enterprises. The proposed algorithm is shown by the example of the development of a plot combine for harvesting breeding plots.

**Discussion and Conclusion.** The block-factors are interrelated and differ in the degree of their significance, which is accepted as the initial information. Each component of the proposed algorithm for creating the factor space structure was considered in accordance with the requirements of the Strategy for achieving food security indicators in the Russian Federation. The presented study continues the discussion about the selection and assessment of prospective directions for improving the methods of substantiating the machine system including territorial features. The proposed structure is universal and allows solving general industrial scientific problems of complex multifactorial character taking into account modern technologies and designs and using achievements in the field of digitalization, robotics and artificial intelligence.

**Keywords:** factor space structure, intelligent system, predictive technologies, database, machine complexes, machine parameters, agricultural environment

**Conflict of interest:** The author declares that there is no conflict of interest.

**For citation:** Chaplygin M.E. The Factor Space Structure as a Scientific and Methodological Basis for Substantiating the System of Differentiation of Machines. *Engineering Technologies and Systems*. 2026;36(2):262–276. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.26362.262-276>

## ВВЕДЕНИЕ

В практику научных исследований с каждым годом все больше входят идеи аксиоматизации полученных знаний<sup>1</sup> как метода теории познания их организации и обобщения. Это проявляется при аналитическом моделировании различных процессов сельскохозяйственного производства и разработке соответствующих требований в определенном факторном пространстве, т. е. локализованных вокруг определенных систем аксиом<sup>2</sup>. Под системой факторного пространства применительно к сельскохозяйственной технике следует понимать множество параметров машины, окружающей среды и обрабатываемого материала, значения и величины которых можно исследовать и проанализировать. Такое понимание целесообразно для обоснования современных объектов сельскохозяйственного назначения, в том числе для определения экономической устойчивости

<sup>1</sup> Жалнин Э.В. Аксиоматизация земледельческой механики: (начальные положения). М.: Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; 2019. 268 с. <https://elibrary.ru/tuwkbu>

<sup>2</sup> Жалнин Э.В., Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Краткая история развития земледельческой механики. В: Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Орел: Орловский гос. аграрный ун-т. им. Н. В. Парахина; 2024. С. 181–187. <https://elibrary.ru/cakiar>; Жалнин Э.В., Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н. Аксиоматизация земледельческой механики как методология научно-исследовательской деятельности. Белгород: Белгородский ГАУ им. В. Я. Горина; 2023. 262 с. <https://elibrary.ru/qrxasa>

сельскохозяйственных предприятий в условиях наличия рисков. Требования факторного пространства направлены на повышение технического уровня машин [1; 2]. Они регламентируют разработку концептуальных положений при проектировании новой техники [3; 4], оценке покупательной способности, расширении функциональных возможностей и выборе сельхозтоваропроизводителем нужной экономически рентабельной техники.

Наиболее распространенным факторным пространством является «триада» факторов, предложенная В. П. Горячкиным. Однако в последние десятилетия развития сельскохозяйственного производства выявлена недостаточность такого подхода, так как для обоснования целесообразности создания той или иной машины и ее конструктивных и технологических параметров необходимо иметь информацию по многим другим смежным вопросам и, следовательно, учитывать новые факторы. Данное обстоятельство диктует необходимость расширения факторного пространства, в котором проходит обоснование современных объектов сельскохозяйственного назначения. Технологические, технические, экономические, коммерческие и другие аспекты функционирования машин нельзя определить и всесторонне оценить, ограничиваясь исследованием взаимодействия какого-либо орудия с почвой, растением, сельскохозяйственным сырьем при различных энергоисточниках.

Разрабатываемые технологии и машины [5] для посева, уборки, транспортировки и послеуборочной обработки выращенного урожая, входящие в федеральную «Систему машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года»<sup>3</sup> [6], учитывают разнообразие агроклиматических зон страны. Для производства качественной продукции подобраны рациональные технологии посредством экономико-математического моделирования [7] и оптимальные варианты комплексов машин. Такие комплексы должны обеспечивать возможность выполнять технологический процесс с применением интеллектуальных систем мониторинга, управления и диагностики, что позволит повысить производительность всего машинно-тракторного парка (МТП). При разработке экономико-математической модели необходимо выявить, какие внешние и внутренние ограничения определяют оптимальные условия функционирования выбранного объекта исследования, какие из рассматриваемых факторов будут являться определяющими и какие требования должны предъявляться к модели, чтобы обеспечить ее адекватность.

Цель исследования – провести анализ научно-методических подходов и предложить алгоритм формирования структуры факторного пространства для развития инновационных технических средств и производственных процессов в агропромышленном комплексе с применением достижений в области цифровизации, робототехники и искусственного интеллекта.

<sup>3</sup> Лачуга Ю.Ф., Горбачев И.В., Ежевский А.А., Измайлов А.Ю., Кряжков В.М., Антышев Н.М. и др. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. Т. 1. М.: ВИМ; 2012. С. 278–284.

Для решения задач, связанных с построением и обоснованием структуры факторного пространства, служащей основой при обосновании системы дифференцирования машин, требуется учет новых концептуальных разработок для региона и страны в целом [6; 8], научная парадигма и методический подход.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В разработанных до начала XX века В. П. Горячкиным основных постулатах, в числе которых находится «триада», общие теоретические основы технологических процессов рассмотрены как единая система, объединяющая следующие факторы: физико-механические свойства обрабатываемого материала (почва, растения и др.), рабочего органа и источника энергии<sup>4</sup>. «Оценить какой-либо процесс возможно только при учете всех трех указанных элементов», – писал ученый. Это утверждение во многом было оправданным, и данное положение послужило фундаментальной основой научно-исследовательской работы в сфере механизации сельскохозяйственного производства. Такие факторы, как машины, агросреда и агрофон, источник энергии предопределили направление дальнейших исследований: к имеющемуся источнику энергии научно-обоснованно рассчитывали оптимальные параметры машины.

Для решения задач по техническому обеспечению всех производственных процессов в сельскохозяйственном производстве на сегодняшний день фундаментальных научных положений, предложенных академиком, оказалось недостаточно. Указанные факторы, составляющие «триаду» применительно к разным исследуемым объектам сельскохозяйственного назначения, поменяли свою значимость и место. Для современного рынка сельскохозяйственных машин<sup>5</sup> применима следующая схема: к выпускающемуся агрегату любой модели и производителя можно подобрать из модельной линейки необходимый источник энергии (двигатель). Ранее подбирали агрегат с соответствующими параметрами к источнику энергии.

Согласно положениям, выдвигаемым академиком Горячкиным, во многих отраслях сельскохозяйственного машиностроения, например, в тракторо- и комбайностроении, первоочередным фактором являются машины. Далее следуют агросреда и агрофон, а потом источник энергии. В то же время для обеспечения эффективности сельскохозяйственного производства при решении современных задач, направленных на обоснование МТП, роль такого фактора, как агросреда и агрофон приобретает первостепенное значение. Существующие системы, которые формируют факторное пространство как основу научно-методического приема, являются малоэффективными, и переход к следующему этапу с учетом огромного разнообразия объектов сельскохозяйственного назначения возможен только при условии, что будет предложен новый метод в виде алгоритма для обоснования системы дифференцирования машин.

<sup>4</sup> Жалнин Э.В. Аксиоматизация земледельческой механики: (начальные положения).

<sup>5</sup> Жалнин Э.В. Октетная система факторного пространства – методическая основа обоснования системы машин разного уровня. В: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сб. научных докладов Международ. науч.-техн. конф. М.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ; 2015. С. 167–171. <https://elibrary.ru/ufoigv>

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обоснование функционально зависимых блок-факторов для предлагаемого алгоритма формирования структуры факторного пространства выполнено с помощью структурного и функционального анализа. Реализация предложенного алгоритма предполагает последовательное выполнение поставленных в исследовании задач, связанных между собой блок-факторами.

При решении задач планирования технического обеспечения всех производственных процессов для сельскохозяйственных предприятий применялись методы оптимизационного и системного подхода. Исследования по предложенному алгоритму формирования структуры факторного пространства должны быть формализованы, качественно оценены и проводиться с применением программно реализованной иерархической системы экономико-математических моделей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-обоснованные структура парка машин для сельскохозяйственных предприятий и формирование федеральной системы технологий и машин для растениеводства, в том числе и по территориальным признакам, начиная с района и заканчивая масштабом страны, являются сложными многофакторными задачами. Для решения такого рода задач предложен алгоритм построения структуры факторного пространства.

В отличие от ранее предложенной системы<sup>6</sup>, в ее структуру введены и обоснованы дополнительные блок-факторы, обеспечивающие логическое развитие научно-методического обоснования современной системы технологий и машин. Каждый блок-фактор, входящий в алгоритм формирования структуры факторного пространства для предлагаемой системы дифференцирования машин, имеет свое назначение, содержание и выходные показатели (рис. 1).

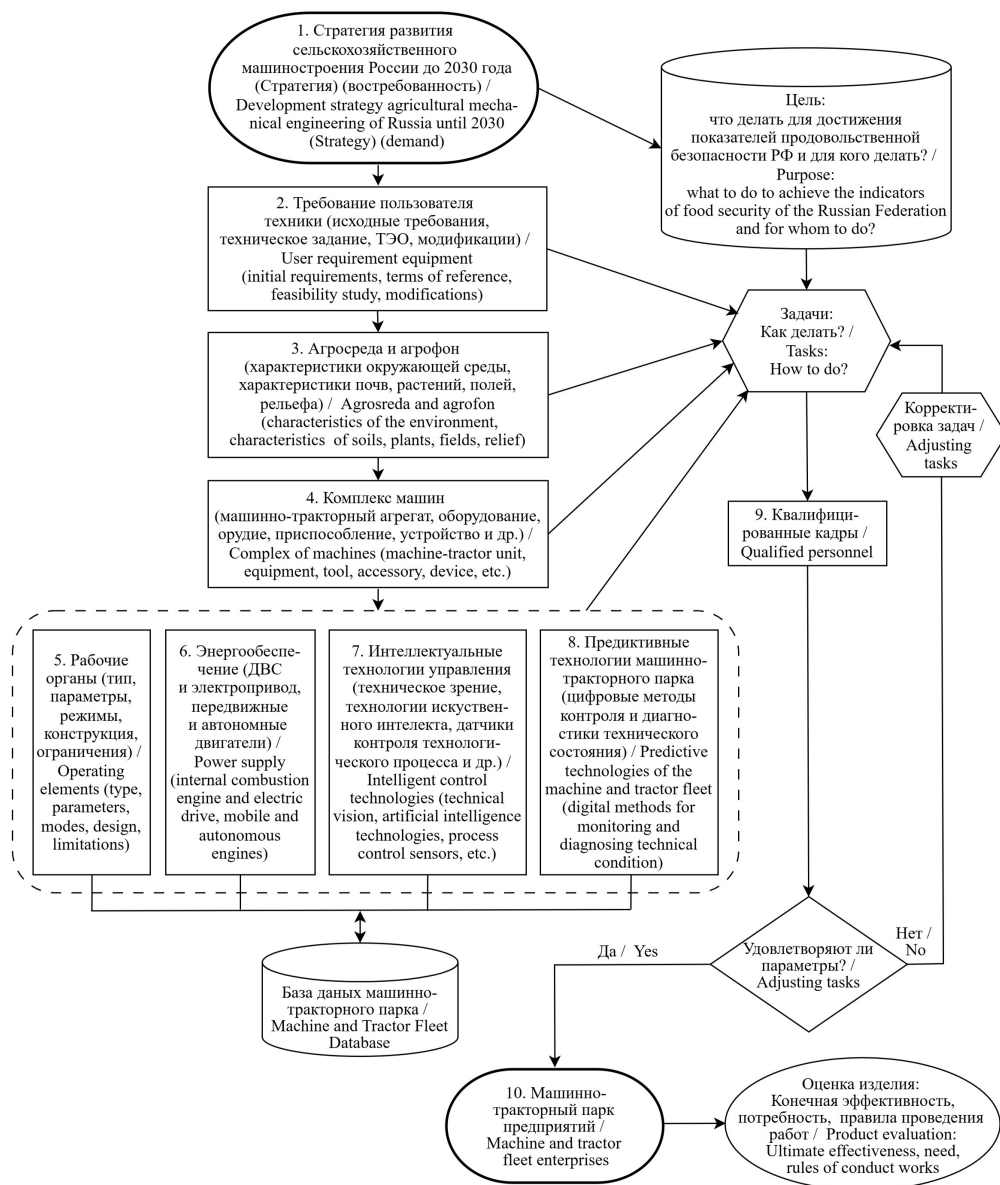
Первый блок-фактор – стратегия развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2030 года<sup>7</sup> (далее – Стратегия) – является программным документом, характеризующим состояние отрасли сельскохозяйственного машиностроения и определяющим основные принципы государственной политики в области сельского хозяйства, формирует задачи на среднесрочную и долгосрочную перспективы. Стратегия нацелена на достижение показателей в соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации<sup>8</sup>, в части развития современной конкурентоспособной высокотехнологичной техники российского производства, обеспечения модернизации сельского хозяйства, увеличения выпуска сельскохозяйственных машин.

<sup>6</sup> Жалнин Э.В. Октетная система факторного пространства – методическая основа обоснования системы машин разного уровня.

<sup>7</sup> О Стратегии научно-технологического развития Федерации: Указ Президента РФ от 28 февраля 2024 № 145. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/> (дата обращения: 22.03.2025).

<sup>8</sup> Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21 января 2020 №20 [Электронный ресурс]. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425> (дата обращения: 10.10.2025).





Р и с. 1. Алгоритм формирования структуры факторного пространства для обоснования системы дифференцирования машин

F i g. 1. The algorithm for forming the factor space structure to substantiate the machine differentiation system

Источник: рисунок 1 составлен автором в программе draw.io Diagram.  
Source: figure 1 was compiled by author in the program draw.io Diagram.

В представленном алгоритме фактор Стратегии является новым, ранее он был реализован как социальный заказ<sup>9</sup>, представляющий механизм сотрудничества государства с частными партнерами и отражающий потребность заказчика, инвестора в том или ином техническом изделии, объекте сельскохозяйственного назначения, результате интеллектуального труда человека. Первый блок-фактор Стратегии определяет задачу: что нужно делать для обеспечения продовольственной безопасности страны и для кого делать.

Примером реализации Стратегии может служить разработка системы технологий и машин, которая позволит повысить производительность применяемой техники в 1,5–2,0 раза, снизить себестоимость работ на 30 %, привести к экономии трудозатрат на 20 % по сравнению с предшествующим аналогом. В качестве примера также может выступать разработка мобильного энергосредства 3 класса с резиноармированным гусеничным движителем; перспективной модели зерноуборочного комбайна 5 и 7 классов с интеллектуальной системой управления; селекционного комбайна с электроприводом базовых рабочих органов и трансмиссии с пропускной способностью молотилки до 1,0 кг/с [4; 5] и др.

Второй блок-фактор – требование пользователя техники разрабатывать условия и показатели эффективности технических средств на основании Стратегии. Результатом реализации этого элемента является разработка нормативных документов на технику (исходные требования, техническое задание, функциональная, технологическая и компоновочная схемы планируемой разработки), а также ее последующая модернизация. Блок определяет содержание на каждом этапе реализации запланированных научно-исследовательских работ, их четкую последовательность и конечные результаты, исходя из поставленной цели. Наблюдение за природными объектами и вторжение в них рабочими органами заменяется целенаправленными воздействиями на обрабатываемый материал (почву) биомашсистемами (системы взаимодействия человека, машины и живого для достижения определенных целей) [9; 10]. Человеку в данной структуре уделяется роль руководителя и генератора идей в общем процессе разработки.

Начальные составляющие предлагаемой структуры факторного пространства определяют общую направленность (рыночную, государственную и др.) дальнейших действий, объединенных в блок-факторы. Учитываются инновационный процесс, предметность, эффективность и динамизм развития разработки. От Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения в области техники и технологий зависит содержание последующих элементов. Условия и требования к разрабатываемым машинам задаются именно человеком, как генератором идей. Система дифференцирования машин по техническим и технологическим параметрам или критериям подразумевает под собой алгоритм действий с определенными уровнями реализации по мобильности, производительности, энергоемкости, энерговооруженности, эргономичности, надежности и др. [11]. Например, указывается расположение места, где территориально проводится исследование (район, область,

<sup>9</sup> Жалнин Э.В. Октетная система факторного пространства – методическая основа обоснования системы машин разного уровня.



регион)<sup>10</sup>. Обязательно описываются характеристики климата, почв, возделываемых культур, рельефа местности, севооборота. Для почвообрабатывающего агрегата это показатели почвы (тип, влажность, твердость, плотность и др.), для уборочного агрегата – культура, сорт, солоmistость, влажность, соотношение зерна к соломе, урожайность и др. Все это отражается в техническом задании [6].

Третий блок-фактор – агросреда и агрофон, которые конкретизируют и раскрывают второй блок. На важность характеристик «агросреды» указывал В. П. Горячкин, утверждая, что любое серьезное исследование надо начинать с изучения физико-механических свойств почвы, растений, продуктов урожая и др. Эти факторы являются обобщенным определением условий, в которых должна эксплуатироваться планируемая разработка. Характеристики «агросреды» и «агрофона» должны быть представлены в аналитическом виде статистических законов распределения, математических ожиданий и формализованы должным образом.

Четвертый блок-фактор – комплекс машин, в который объединены оборудование, орудие, приспособление, устройство, машинно-тракторный агрегат и др. Отметим, что работа входящих в комплекс машин с научно-обоснованными параметрами имеет ряд особенностей функционирования. В технологии уборочных работ примером реализации может служить уборочно-транспортный комплекс. Такой комплекс состоит из зерноуборочного комбайна и грузового автомобиля. Технические и технологические параметры комбайна должны быть увязаны с грузоподъемностью и объемом кузова автомобиля. Вопросы в этом блоке решаются путем взаимодействия параметров машин (оборудования, орудий, приспособлений, устройств, тракторов, комбайнов и др.), которые задействованы в комплексе и функционально связаны между собой единым технологическим процессом, рассматриваются как совокупность рабочих органов [11], с применением достижений в области цифровизации, робототехники и искусственного интеллекта.

Пятый блок-фактор – рабочие органы. В этом блоке рассматриваются детали и узлы (рабочие органы) разрабатываемого изделия (машины), с помощью которых производится воздействие на агросреду<sup>11</sup>. Пример – корпус плуга, режущий аппарат, мотовило, молотильный барабан, очистка комбайна.

Шестой блок-фактор – энергообеспечение. Понятие энергообеспечения является комплексным и подразумевает предоставление потребителю всех видов требуемых энергетических затрат, необходимых для функционирования разрабатываемого объекта сельскохозяйственного назначения со снабжением его необходимым источником энергии, исходя из имеющегося типоразмерного ряда.

Седьмой блок-фактор – интеллектуальные технологии управления. Этот блок учитывает применение в проектируемых и разрабатываемых машинах адаптивной системы управления, использующей техническое зрение и технологии искусственного интеллекта [12]. В машинах применяются датчики контроля

<sup>10</sup> Лачуга Ю.Ф., Горбачев И.В., Ежевский А.А., Измайлов А.Ю., Кряжков В.М., Антышев Н.М. и др. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года.

<sup>11</sup> Жалнин Э.В. Октетная система факторного пространства – методическая основа обоснования системы машин разного уровня.

технологического процесса и адаптивные системы регулировки рабочих органов для достижения высокой производительности. Качество получаемой продукции также будет находиться на высоком уровне согласно предъявляемым к ней нормативным требованиям [13–15].

Восьмой блок-фактор – предиктивные технологии машинно-тракторного парка. Блок учитывает применение цифровых методов контроля и диагностики технического состояния в системах МТП за счет применения телематических и предиктивных технологий технического состояния и современных средств диагностики мониторинга технического сервиса агрегатов [16; 17]. Данный блок является базой данных МТП: здесь учитываются известный перечень выпускаемой предприятиями сельскохозяйственного машиностроения техники, ее характеристики, как технические, так и технологические. Накопленный объем информации по комплексу машин и производственным факторам предприятия составляет основу для проектирования оптимального состава машинно-тракторного парка<sup>12</sup>.

Девятый блок-фактор – квалифицированные кадры. Рассматривается наличие кадров высшей квалификации, как необходимый ресурс и условие функционирования любого предприятия, особенно в условиях современных изменений в требованиях к профессиональным знаниям на фоне научно-технического прогресса. Для реализации алгоритма структуры на каждом этапе в блоках учитываются агрономы, механизаторы, испытатели [18].

Десятый блок-фактор – машинно-тракторный парк предприятий. Совокупность информации по комплексу машин и производственным факторам хозяйства составляет МТП, учитывающий объемы посевных площадей, возделываемые культуры, структуру севооборота, агротехнические сроки выполнения работ, расстояние перевозки грузов и др. Содержит необходимую информацию для разработки технологических карт производства сельскохозяйственных культур. Для каждого хозяйства МТП индивидуален. Расчет оптимальной структуры и состава парка сельскохозяйственного предприятия называется решением оптимизационной задачи, критерием которой является производительность и себестоимость выполнения работ. Для ее реализации используют экономико-математические методы. Состав машин и тракторов и их возможное сочетание имеет большое количество вариантов, поэтому простой их перебор и выбор наилучшего варианта практически невозможен.

Предложенный алгоритм работает следующим образом: если необходимо разработать селекционный комбайн для реализации задач уборки делянок на 3-м и 4-м этапах в селекции зерновых культур, исходя из положений Стратегии ставится цель по разработке данного агрегата на указанных по запросам селекционных центров этапах селекционных работ. Далее разрабатываются требования на селекционный комбайн (исходные требования, техническое задание, технико-экономическое обоснование и др.) и описываются конкретные задачи для выполнения поставленной цели. После этого начинается изучение характеристик окружающей среды, типов

<sup>12</sup> Жалнин Э.В. Октетная система факторного пространства – методическая основа обоснования системы машин разного уровня.

почв, растений, оказывающих прямое влияние на выполнение технологического процесса уборки селекционных делянок.

Следующим этапом определяется машинно-тракторный агрегат – селекционный комбайн. При реализации поставленных целей и задач комбайн комплектуется перспективными конструктивными решениями рабочих органов с гидравлическим, или электрическим приводами, схемой энергообеспечения и узлами для выполнения технологического процесса, исключающим смешивание семенного материала при переходе с одной делянки на другую. В зависимости от потребностей заказчика и внедрения в его существующую технологию перспективных инноваций, разрабатываемый комбайн дополнительно может комплектоваться интеллектуальными технологиями управления и предиктивными цифровыми методами контроля и диагностики технического состояния. Немаловажным фактором является и наличие в данном селекционном центре квалифицированных механизаторов, которые будут работать на данном комбайне. Использование в технике такого рода технологий требует наличия в штате специалистов. Для качественного выполнения заложенных в разрабатываемый комбайн параметров и функций в алгоритме предусмотрено использование базы данных, где для каждого рассмотренного блока факторного пространства имеется свой уникальный набор данных с возможностью их дополнения и совершенствования. Не исключены ситуации, когда селекционера не будут удовлетворять параметры, заложенные в комбайн. В этом случае в алгоритме предусмотрен блок «корректировка задач», который способен скорректировать разработку под требуемые параметры на любом этапе выполнения поставленной задачи. Если результат получается удовлетворительным, из разработанного селекционного комбайна формируется уборочный парк селекционного центра с оценкой его эффективности.

## ОБСУЖДЕНИЕ

На основании выполненного анализа научно-методических подходов сформированы обоснованные в структуре факторного пространства блок-факторы, которые взаимосвязаны между собой, различаются степенью своей значимости и способствуют развитию инновационных технических средств, производственных процессов в агропромышленном комплексе. Проанализированы факторы и предложен алгоритм формирования структуры факторного пространства обоснования системы дифференцирования машин в соответствии с требованиями Стратегии при достижении показателей продовольственной безопасности Российской Федерации.

Стратегия в предложенном алгоритме является новым фактором, который не был формализован должным образом. Ранее он был реализован как социальный заказ<sup>13</sup>, представляющий механизм сотрудничества государства с частными партнерами (лицами или группы лиц, принимающих решения). Через социальный заказ посредством разработки нормативных документов в виде постановлений, приказов, указов или целевых программ государство реализует социальные обязательства

<sup>13</sup> Жалнин Э.В. Октетная система факторного пространства – методическая основа обоснования системы машин разного уровня.

перед гражданами, привлекая негосударственные организации (исполнителей услуг). Заказ такого рода должен доводиться до исполнителей с конкретным результатом и определять задачу: что нужно делать для обеспечения продовольственной безопасности страны и для кого делать.

Наряду с очевидными преимуществами применения разработанного алгоритма формирования структуры факторного пространства для обоснования системы дифференцирования машин имеются также слабые стороны и ограничения, связанные с зависимостью от точности входных данных и возможностью ошибок и некорректных результатов при реализации поставленных задач.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование является продолжением дискуссии по выбору и оценке перспективных направлений в развитии совершенствования методов обоснования системы машин для агропромышленного комплекса. Формирование системы машин, технологий и структуры парка машин для растениеводства, в том числе с учетом территориальных признаков, является общепроизводственной научной проблемой со сложными многофакторными задачами, учитывающими современные технологии и разработки с применением достигнутого технического уровня и апробированных технологий в области цифровизации, робототехники и искусственного интеллекта на ближайшую перспективу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чаплыгин М.Е., Давыдова С.А., Подзоров А.В. Современные требования к техническому уровню зерноуборочных комбайнов. *Технический сервис машин*. 2020;(4):29–39. <https://doi.org/10.22314/2618-8287-2020-58-4-29-39>
2. Жалнин Э.В., Чаплыгин М.Е. Совершенствование конструкции зерноуборочных комбайнов путем гармонизации их базовых технических параметров. *Инженерные технологии и системы*. 2023;33(3):403–416. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.033.202303.403-416>
3. Чаплыгин М.Е., Беспалова О.Н., Кадыргалиев А.З. Концептуальные положения технологии производства зерновых культур для селекционных работ с помощью цифровых методов. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2024;(4):419–429. URL: <https://www.volgau.com/izvestiya> (дата обращения: 25.08.2025).
4. Чаплыгин М.Е., Старостин И.А., Овчаренко А.С. Концептуальные основы создания электрического селекционного комбайна с комбинированной энергетической установкой. *Инженерные технологии и системы*. 2025;35(2):266–283. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.035.202502.266-283>
5. Лобачевский Я.П., Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Шогенов Ю.Х. Научно-технические достижения агроинженерной науки в условиях цифровизации сельского хозяйства. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2025;(3):45–53. <https://elibrary.ru/fedqxj>
6. Коротчен В.М., Ценч Ю.С., Лобачевский Я.П. Система машин как фактор научно-технического прогресса в агропромышленном комплексе. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2024;(4):67–72. <https://elibrary.ru/fkrban>
7. Жалнин Э.В. Системно-аналитический метод формирования технической политики в АПК РФ. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2012;(6):3–9. URL: <https://journals.eco-vector.com/0321-4443/issue/view/3806> (дата обращения: 25.08.2025).

8. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2013;(6):6–10. <https://elibrary.ru/rvtbhj>
9. Черноиванов В.И., Толоконников Г.К., Ранцева И.В. Структура подсистем в биомашсистемах. *Техника и оборудование для села*. 2019;(7):2–7. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2019-7-2-7>
10. Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Функциональная схема биомашсистемы. *Техника и оборудование для села*. 2022;(10):2–5. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2022-10-2-5>
11. Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Системный подход для агропромышленного комплекса. *Техника и оборудование для села*. 2021;(12):2–6. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2021-12-2-6>
12. Jha K., Doshi A., Patel P., Shah M. A Comprehensive Review on Automation in Agriculture Using Artificial Intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*. 2019;(2):1–12. <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2019.05.004>
13. Zhang P., Guo Z., Ullah S., Melagraki G., Afantitis A., Lynch I. Nanotechnology and Artificial Intelligence to Enable Sustainable and Precision Agriculture. *Nature Plants*. 2021;(7):864–876. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00946-6>
14. Kumar P., Singh A., Rajput V.D., Yadav A.K.S., Kumar P., Singh A.K. и др. Role of Artificial Intelligence, Sensor Technology, Big Data in Agriculture: Next-Generation Farming. *Bioinformatics in Agriculture*. 2022:625–639. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89778-5.00035-0>
15. Sparrow R., Howard M., Degeling C. Managing the Risks of Artificial Intelligence in Agriculture. *NJAS Impact in Agricultural and Life Sciences*. 2021;93(1):172–196. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.2008777>
16. Ерохин М.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники. *Агроинженерия*. 2021;(2):45–50. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-2-4550>
17. Дорохов А.С., Катаев Ю.В., Пестряков Е.В., Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Костомахин М.Н. Применение нейронной сети в управлении техническим состоянием сельскохозяйственной техники. *Вестник машиностроения*. 2025;104(8):663–667. <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2025-104-8-663-667>
18. Кот Е.М., Петрякова С.В., Малькова Ю.В., Пильникова И.Ф., Горбунова О.С. Формирование кадрового потенциала в АПК. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022;(4):141–144. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.137>

## REFERENCES

1. Chaplygin M.E., Davydova S.A., Podzorov A.V. Modern Requirements for the Technical Level of Combine Harvesters. *Machinery Technical Service*. 2020;(4):29–39. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.22314/2618-8287-2020-58-4-29-39>
2. Zhalnin E.V., Chaplygin M.E. Improving the Design of Combine Harvesters by Harmonizing their Basic Technical Parameters. *Engineering Technologies and Systems*. 2023;33(3):403–416. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.15507/2658-4123.033.202303.403-416>
3. Chaplygin M.E., Bespalova O.N., Kadyrgaliev A.Z. Conceptual Provisions of Grain Production Technology for Selection Works Using Digital Methods. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2024;(4):419–429. (In Russ., abstract in Eng.) Available at: <https://www.volgau.com/izvestiya> (accessed 25.08.2025).
4. Chaplygin M.E., Starostin I.A., Ovcharenko A.S. Conceptual Basis for Developing Electric Plot Combine Harvester with Combined Power-Generating Plant. *Engineering Technologies and Systems*. 2025;35(2):266–283. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.15507/2658-4123.035.202502.266-283>



5. Lobachevsky Ya.P., Lachuga Yu.F., Izmailov A.Yu., Shogenov Yu.Kh. Scientific and Technical Achievements of Agro-Engineering Science in the Conditions of Digitalization of Agriculture. *Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka*. 2025;(3):45–53. (In Russ., abstract in Eng.) <https://elibrary.ru/fedqxj>
6. Korotchenya V.M., Tsench Yu.S., Lobachevsky Ya.P. The Machine System as a Factor of Scientific and Technological Progress in Agro-Industrial Complex. *Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka*. 2024;(4):67–72. (In Russ., abstract in Eng.) <https://elibrary.ru/fkrban>
7. Zhalnin E.V. Systemic and Analytical Method for the Formation of Technological Policy in the Agro-Industrial Sector of Russian Federation. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2012;(6):3–9. (In Russ., abstract in Eng.) Available at: <https://journals.eco-vector.com/0321-4443/issue/view/3806> (accessed 25.08.2025).
8. Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P. [A System of Machines and Technologies for Complex Mechanization and Automation of Agricultural Production for the Period up to 2020]. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2013;(6):6–10. (In Russ.) <https://elibrary.ru/rvtbhj>
9. Chernoi vanov V.P., Tolokonnikov G.K., Rantseva I.V. Subsystem Structure in Biological Machine Systems. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2019;(7):2–7. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2019-7-2-7>
10. Chernoi vanov V.I., Tolokonnikov G.K. Functional Scheme of the Biomachine System. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2022;(10):2–5. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2019-7-2-7>
11. Chernoi vanov V.I., Tolokonnikov G.K. A Systematic Approach for the Agricultural Sector. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2021;(12):2–6. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2019-7-2-7>
12. Jha K., Doshi A., Patel P., Shah M. A Comprehensive Review on Automation in Agriculture Using Artificial Intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*. 2019;(2):1–12. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.004>
13. Zhang P., Guo Z., Ullah S., Melagraki G., Afantitis A., Lynch I. Nanotechnology and Artificial Intelligence to Enable Sustainable and Precision Agriculture. *Nature Plants*. 2021;(7):864–876. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00946-6>
14. Kumar P., Singh A., Rajput V.D., Yadav A.K.S., Kumar P., Singh A.K., et al. Role of Artificial Intelligence, Sensor Technology, Big Data in Agriculture: Next-Generation Farming. *Bioinformatics in Agriculture*. 2022:625–639. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89778-5.00035-0>
15. Sparrow R., Howard M., Degeling C. Managing the Risks of Artificial Intelligence in Agriculture. *NJAS Impact in Agricultural and Life Sciences*. 2021;93(1):172–196. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.2008777>
16. Erokhin M.N., Dorokhov A.S., Kataev Yu.V. Intelligent System for Diagnosing the Parameters of the Technical Condition of Tractors. *Agricultural Engineering*. 2021;(2):45–50. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-2-4550>
17. Dorokhov A.S., Kataev Yu.V., Pestryakov E.V., Petrishchev N.A., Sayapin A.S., Kostomakhin M.N. Application of a Neural Network in Control of Technical Condition of Agricultural Machinery. *Vestnik mashinostroeniya*. 2025;104(8):663–667. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2025-104-8-663-667>
18. Kot E.M., Petryakova S.V., Malkova Yu.V., Pilnikova I.F., Gorbunova O.S. Formation of Human Resources in the Agro-Industrial Complex. *International Research Journal*. 2022;(4):141–144. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.118.4.137>

Об авторе:

**Чаплыгин Михаил Евгеньевич**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией технологий и машин для посева и уборки зерна и семян в селекции и семеноводстве Федерального научного агроинженерного центра ВИМ (109428, Российская



Федерация, г. Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0031-6868>, Researcher ID: AAZ-6056-2020, Scopus ID: 57211741695, SPIN-код: 2268-6927, misha2728@yandex.ru

*Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.*

*Поступила в редакцию 16.02.2026; поступила после рецензирования 19.03.2026;  
принята к публикации 26.03.2026*

*About the author:*

**Mikhail E. Chaplygin**, Cand.Sci. (Eng.), Leading Researcher, Head of the Laboratory Technologies and Machines for Sowing and Harvesting Grain and Seeds, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (5 1<sup>st</sup> Institutsky Passage, Moscow 109428, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0031-6868>, Researcher ID: AAZ-6056-2020, Scopus ID: 57211741695, SPIN-code: 2268-6927, misha2728@yandex.ru

*The author has read and approved the final manuscript.*

*Submitted 16.02.2026; revised 19.03.2026; accepted 26.03.2026*