

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА АГРОТЕХНИКИ И СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Г. Я. Красников¹, О. Н. Дидманидзе², И. В. Сиротин³,
Е. И. Парлюк²**

¹ *Российская академия наук, г. Москва, Российская Федерация* ²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова», г. Новочеркасск, Российская Федерация

Аннотация. Работа посвящена анализу технической эволюции и прогнозированию технического облика сельскохозяйственных самоходных комбайнов и тракторов. Выявлены закономерности стадийности развития этих машин. Представлено фактическое изменение, значимость и прогнозирование основных определяющих параметров машин базовой и повышенной производительности. Рассмотрены варианты обеспечения потребностей основных сельскохозяйственных машин в современных условиях сельскохозяйственного машиностроения. Обоснована необходимость пересмотра подходов проектирования агротехники и разработки новой концепции агропромышленного комплекса страны.

Ключевые слова: агротехника, эволюция, прогнозирование, определяющий параметр, агропромышленный комплекс, концепция

SUBSTANTIATION OF TECHNICAL APPEARANCE OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND STRATEGIC APPROACHES TO ITS DESIGN

G. J. Krasnikov³, O. N. Didmanidze^b, P. V. Sirotin^c, E. P. Parlyuk^b

^a*Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

^b*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation*

^c*South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after MI Platov, Novocherkassk, Russian Federation*

Abstract. The work is devoted to the analysis of technical evolution and forecasting of the technical appearance of agricultural self-propelled combines and tractors. Regularities of staging of technology development are revealed. The actual

change, significance and forecasting of the main defining parameters of machines of basic and increased productivity are presented. The options for meeting the needs of the main agricultural machines in modern conditions of agricultural engineering are considered. The necessity of revising the approaches to designing agricultural technology and developing a new concept of the country's agro-industrial complex is substantiated.

Keywords: agricultural technology, evolution, forecasting, defining parameter, agro-industrial complex, concept

Введение

В настоящее время тракторы, зерно- и кормоуборочные комбайны, являясь наиболее энергоемкими самоходными типами агротехники, во многом определяют возможность ведения эффективного и экологически чистого агрохозяйства, а также обеспечивают технический аспект преобразования агропромышленного комплекса (АПК) в передовой сектор промышленности. Действующие в России стратегические документы [1] предполагают развитие и укрепление отрасли сельхозмашиностроения с целью обеспечения производительными средствами механизации АПК страны и реализации продукции на мировом рынке. В последнее время создание новых образцов техники российскими предприятиями предполагало использование наработок мировых лидеров по соответствующей отрасли, что в большей степени обусловлено несопоставимыми объемами финансирования новых разработок. Такой подход не только затрудняет создание российскими предприятиями изделий с конкурентоспособным уровнем свойств на глобальном рынке, но и предполагает создание образцов техники и оборудования, технический облик которых не всегда соответствует требованиям отечественных субъектов АПК [2-4]. Разработка методологической основы формирования технического облика агротехники приобретает важнейшее практическое значение, предопределяет возможность достижения стратегических целей, а также способствует созданию стабильных экспортных потоков продукции АПК как одного из важнейших ресурсов геополитического потенциала России.

Цель исследования

Целью настоящей работы стало обоснование технического облика сельскохозяйственных машин и оборудования нового поколения в современных геополитических, экономических и

социальных условиях, а также принципов построения новой концепции ведения эффективного и экологически чистого агрохозяйства и пространственной организации сельскохозяйственных территорий на основе стратегического планирования и обеспечения необходимых условий.

Материалы и методы

Для проведения процедуры прогнозирования разработана методика, которая предусматривает последовательное выполнение следующих этапов: выделение критериев развития, описание и анализ конструктивной эволюции техники на основе положений работы [5]; определение номенклатуры определяющих параметров и их ранжирование методом Саати [6]; прогнозирование уровней определяющих параметров для техники новых поколений на основе методов нечеткой логики [7-9]; определение базового инварианта структуры изделий на основе унифицированного языка моделирования (*UML*) [10] и концептуального проектирования [11].

Обоснование необходимости учета сложившихся геополитических процессов проведено на основе сравнительной оценки результатов прогнозирования технического облика машин на начало и конец 2022 года. Необходимость разработки новой концепции ведения АПК обоснована на основе экспертных мнений.

Результаты и обсуждение

Процедуру прогнозирования проводили в отношении основных и наиболее энергоемких самоходных машин, используемых в современном агропромышленном комплексе, т.е. тракторов и самоходных комбайнов. В соответствии с методикой [5, 12] проведен анализ эволюционного развития зерноуборочных комбайнов (рисунок 1), кормоуборочных комбайнов (рисунок 2) и тракторов (рисунок 3) с момента их начала производства в России и до настоящего времени.

С учетом закономерности циклического изменения производства самоходных комбайнов построено распределение выпускаемой техники и установлено, что каждые 28-30 лет происходит смена поколений машин. На основе закономерности приобретения новых функциональных свойств [5, 13] выделено три поколения каждого из анализируемых типов зерно- и кормоуборочных комбайнов.



а



б



в



г



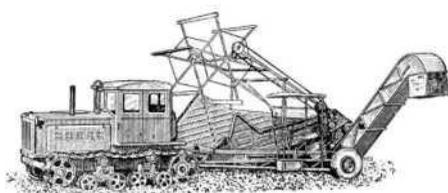
д



е

Рисунок 1 - Представители первого («, б), второго (в, г) и третьего поколения (д, е) зерноуборочных комбайнов: а - Колхоз; б - Сталинец б; в - СКЗ; г - СК5; д - ДОН 1500; е - РСМ 161

Машины первого поколения характеризуются возможностью реализации только технологической и энергетической функции (рисунок 1а, би рисунок 2 а, б), при этом они являются прицепными и не имеют конструктивно выделенных рабочих мест. В следующем (втором) поколении зерно- и кормоуборочных комбайнов развита технологическая функция как основной устойчивый параметр развития, а также приобретены две дополнительные; мобильности и комфортности рабочего места оператора (рисунок 1 в, ги рисунок 2 в, г).



а



б



в



г



д



е

Рисунок 2 - Представители первого (*а, б*), второго (*в, г*) и третьего поколения (*д, е*) кормоуборочных комбайнов: *а* - СК 2,6; *б* - КСГ 2,6; *в* - КСГ 3,2; *г* - КСК 100; *д* - PCM 1401, *е* - PCM 2650

В полном соответствии с [5] в конструкции зерноуборочных комбайнов третьего поколения выделенные функции получили дальнейшее развитие, а отличия от машин второго поколения заключаются в расширении функции экологической безопасности и применении новых систем автоматизации технологического процесса, которые в целом закономерно отражают приобретение машинами функции автоматизации [5, 14]. Таким образом, выделено три поколения зерноуборочных комбайнов: первое,

представленное прицепными установками типа «Колхоз» и «Сталинец», производимыми с 1930 годов; второе - самоходными комбайнами (СК) типа СК 3 и СК 5, производимыми с 1958 года; третье - машинами типа ДОН 1500 и др., производимыми с 1986 года. В настоящее время в России производятся зерноуборочные комбайны третьего и седьмого классов, которые в контексте данной работы можно обозначить как машины базовой и повышенной производительности [14-18].

Аналогично проведено деление по кормоуборочным комбайнам: так, первое поколение представлено прицепными установками типа СК 2,6 и КСГ 2,6, производимыми с 1954 года (рисунок 2а, 2б)', второе - самоходными машинами типа КСГ 3,2 и КСК 100, производимыми с 1973 года (рисунок 2в, 2г); третье - самоходными машинами типа РСМ 1401 (рисунок 2д, 2е), производство которых осуществляется с 2010 года до нашего времени [12, 1921]. Ввиду меньшей распространенности и применения кормоуборочные комбайны ориентированы на достаточно узкий сегмент потребителей и имеют меньшую сегрегацию параметров и количество модификаций. Анализ модельных рядов различных российских, белорусских и американских производителей кормоуборочных комбайнов позволил установить, что к концу XX века большинство производителей стали выпускать машины с четким разделением по производительности. В настоящее время в России производят кормоуборочные комбайны ДОН 680 и RSM 2650, которые по определенным выше критериям можно отнести соответственно к машинам базовой и повышенной производительности [19-21]. Аналогичное деление можно выявить в моделях комбайнового завода Гомсельмаш (Беларусь), а также других производителей этих самоходных комбайнов.

В тракторостроение эволюционные процессы происходили менее интенсивно в виду более ранней их разработки, а также применения не только для выполнения технологических операций, но и обеспечения транспортной функции [13]. Первое поколение тяговых машин определяется созданием тракторов «Гном» в 1919 году, «Коломенец-1» в 1922 году, «Коломенец-1» в 1922 году и «Карлик-1» в 1924 году. Эти машины обеспечивали технологическую и энергетическую функцию. Машины не имели возможности изменения передаточных чисел в трансмиссии, что существенно

ограничивало их эффективность и транспортные качества. Это поколение машин получило существенное развитие только в 1930-х годах за счет применения трансмиссий с изменяемыми передаточными числами, а также поршневых двигателей внутреннего сгорания, работающих на углеводородах легких фракций. В это время произведены тракторы: «Фордзон-Путиловец» в 1924 году, СТЗ- 15/30 в 1930 году (рисунок 3б), ХТЗ в 1931 году, «Универсал» в 1934 году (рисунок 3а) [13].

Следующий этап развития тракторов связан с появлением машин МТЗ-2 в 1949 году, ХТЗ-7 в 1950 году, ДТ-24 в 1956 году, МТЗ-50 в 1958 году. В отличие от машин предыдущего поколения эти тракторы имели эластичные шины, которые обеспечивали повышение экологической безопасности и транспортных свойств [13]. Технический облик машин второго поколения был сформирован к 1961-1964 гг. К этому времени организовано серийное производство тракторов Т-125 в 1962 г., К 700 в 1962 г. (рисунок 3а), а также МТЗ 52 в 1964 г. (рисунок 3е). Основными отличительными конструктивными признаками машин этого поколения является полный привод колес, а также наличие кабины, обеспечивающей улучшение условий труда тракториста.

Следующее поколение машин представлено машинами типа BELARUS-923.4 (рисунок 3д) и К9000 (рисунок 3е), в которых были развиты технологические и энергетические функции [22,23]. Отличительным признаком машин этого поколения является наличие цифровых подсистем, позволивших более широко применять и внедрять автоматическое управление и обеспечивать функцию автоматизации. Также с целью повышения экологической безопасности и реализации тяговых усилий в тракторах третьего поколения применяются движители с двойной ошиновкой.

Таким образом, проведенный анализ позволил для каждого поколения машин выделить наследуемые и развиваемые функции, а также определить устойчивые критерии развития, заключающиеся в непрерывном повышении производительности, улучшении транспортных свойств, а также комфортности рабочего места оператора и экологической безопасности.



Рисунок 3 - Представители первого (а, б), второго (в, г) и третьего поколения (д, е) тракторов: а - «Универсал»; б - СТЗ 15/30; в - МТЗ 52; г - К 700; д - BELARUS 923.4; е - К 9000

В соответствии с выделенными критериями развития и развиваемыми функциями для проведения процедуры прогнозирования выделен набор определяющих параметров зерно- и кормоуборочных комбайнов: производительность, качественные показатели, топливная экономичность, транспортная скорость, маневренность, габаритные размеры, масса и комфортность на рабочем месте. Для тракторов приняты определяющие параметры: мощность двигателя, удельный расход топлива двигателя, удельная

материалоемкость, радиус поворота, диапазон скоростей, габаритные размеры, масса и комфортность на рабочем месте.

Структура аграрного сектора российской экономики сильно отличается от мировой практики. В большинстве стран мира сегодня преобладают фермерские хозяйства, которые производят основную долю сельскохозяйственной продукции. В России развитие крестьянских фермерских хозяйств происходит медленно, поскольку еще до проведения реформ структура аграрного сектора была ориентирована на крупные сельскохозяйственные организации в форме агрохолдингов [24]. В результате сложилась аномальная ситуация, когда производство основных объемов сельскохозяйственной продукции сконцентрировано в крупных хозяйствах, которые предъявляют специфический набор требований к используемым технологиям и агротехнике, обеспечивающим, прежде всего, извлечение максимальной прибыли. Крупное сельскохозяйственное производство есть и в США, но объемы произведенной продукции по хозяйствующим субъектам распределены практически равномерно. При этом на крупные хозяйства приходится не более 28 % произведенной продукции [24]. В России между выделенными группами хозяйств имеется большая разница, которая в самое ближайшее время должна быть компенсирована развитием малых предприятий.

В сложившихся условиях удовлетворение достаточно разнонаправленных требований, предъявляемых к агротехнике, целесообразно вести через создание машин двух основных моделей - базовой и повышенной производительности, а за счет опционального наращивания доводить базовые инварианты до особенных требований заказчиков, соотношение которых также должно иметь государственное регулирование. С целью выделения особенностей технического облика, требуемого для каждой из форм хозяйствующих субъектов, проведен опрос экспертов, представляющих органы государственной власти, академического сообщества, а также представителей основных хозяйствующих субъектов АПК: индивидуальных предпринимателей и руководителей КФХ, колхозов, а также крупнейших агрохолдингов России. На основе метода парных сравнений Саати показано, что для каждой формы субъекта АПК важность отдельных параметров отлична (рисунок

4). Также отмечается различие результатов прогнозирования, проведенных в начале и конце 2022 г.

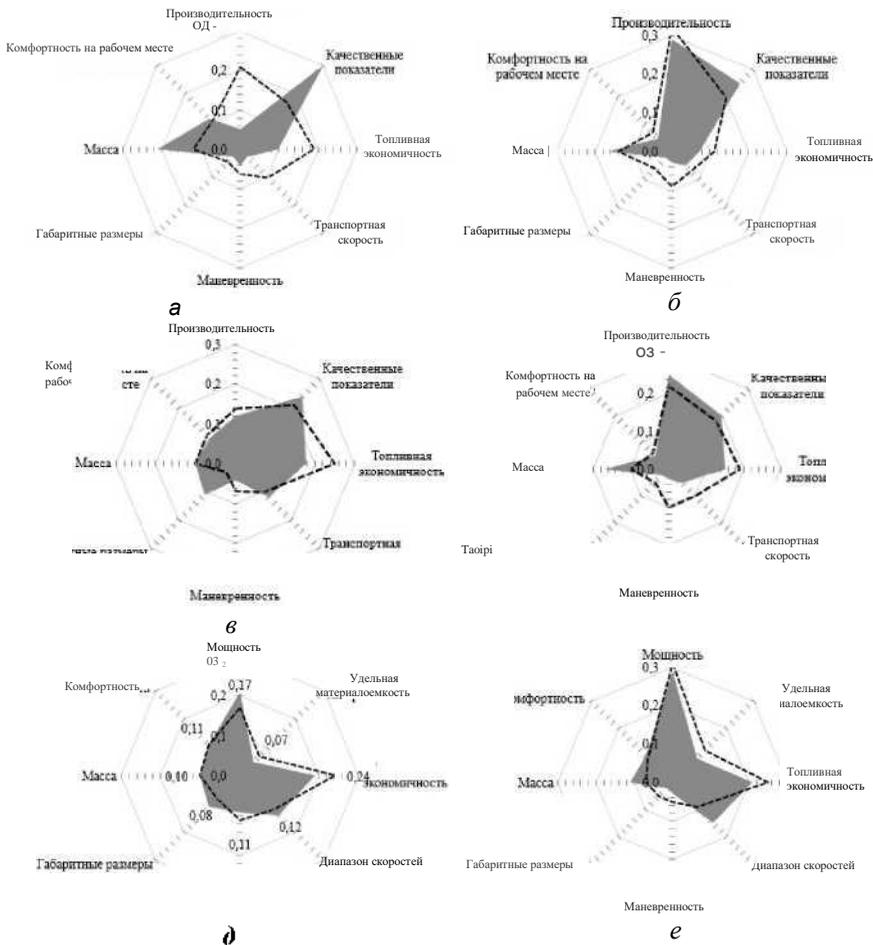


Рисунок 4 - Результаты оценки значимости определяющих параметров зерноуборочных комбайнов (а, б), кормоуборочных комбайнов (в, г) и тракторов (д, е) базовой (а, в, д) и повышенной производительности (б, г, е)

С целью проведения прогнозирования на основе официальных изданий и публикуемых результатов сравнительных испытаний [15-21] проведена оценка фактического изменения

выделенных определяющих параметров от предыдущего к текущему поколению машин (таблицы 1-3). Для учета фактического изменения комфортности на рабочем месте использован метод экспертных оценок путем ранжирования по 10-бальной шкале.

Таблица 1 - Динамика изменения определяющих параметров зерноуборочных комбайнов

№	Наименование определяющего параметра	БП		ПП		
		СК5	S300	ДОН 1500	RSM 161	Torum 760
1	Производительность, т/ч	7,2	13,22	14	20,23	23,3
2	Качество тех. процесса, %	1,33	1,06	2	1,69	1,79
3	Расход топлива, л/ч (кг/т)	25	22	(3,1)	(2,81)	(2,6)
4	Транспортная скорость, км/ч	18,7	20 (25)*	20	20	20 (25)*
5	Маневренность, м	7,5	7,25	8,9	8,5	8,5
6	Габаритные размеры Д/Ш/В, м	7607/ 3930/ 4020	7910/ 3530/ 3880	7540/ 4400/ 3980	9520/ 3980/ 3860	9780/ 3945/ 3870
7	Масса, кг	7400	11800	13283	18200	20587
8	Комфортность	3	5	4	7	7

* - заявленный уровень для машин «Клаас Тукано 320» *iClaasTucano 320*) и Енисей 5000

Таблица 2 - Динамика изменения определяющих параметров кормоуборочных комбайнов

№	Наименование определяющего параметра	БП		ПП
		ДОН 680	PCM 1401	RSM 2650
1	Производительность, т/ч	52	75,5	93,46
2	Качество тех. процесса, %	1,0	0,8	0,56
3	Расход топлива, кг/т	0,44	0,59-0,84	0,66
4	Транспортная скорость, км/ч	20	20	25 (40)*
5	Маневренность, м	6,7	6,2	6,5
6	Габаритные размеры Д/Ш/В, м	6192/ 3880/ 3940	6170/ 3250/ 3800	6825/ 3375/ 3905
7	Масса с адаптером, кг	11686	12570	20500
8	Комфортность	3	5	6

* - заявленный уровень для машин «Клаас Ягуар» *iClaas Jaguar*)

Таблица 3 - Динамика изменения определяющих параметров тракторов

№	Наименование определяющего параметра	БП		ПП	
		МТЗ 52	BELA RUS-923.4	К700	К9000
1	Мощность, кВт	40	70	160	256
2	Удельная материалоемкость, кг/кВт	78	74,8	80	64,3
3	Удельный расход топлива двигателем, г/(кВт ч)	270	220	252	205
4	Диапазон скоростей, км/ч	1,65-33	2,65-38,1	4,5-28	3,6-30
5	Маневренность, м	2,7	2,55	7,98	7,4
6	Габаритные размеры, Д/Ш/В,м	3810/ 1970/ 2470	4440/ 1971/ 2850	6820/ 2850/ 3685	7552/ 2875/ 3993
7	Масса, кг	3120	5235	12800	16450
8	Комфортность	4	6	4	7

Как видно из таблиц 1 и 2 при смене поколений зерно- и кормоуборочных комбайнов наибольшее развитие получили такие определяющие параметры, как «Производительность» и «Масса», которые имеют корреляцию между собой из-за сформировавшихся способов модульного проектирования машин. Определяющий параметр «Качество технологического процесса» изменился несущественно, поскольку его предельный уровень регламентирован стандартами. По параметру «Расход топлива» зерноуборочные комбайны имели некоторое снижение из-за внедрения автоматизации отдельных технологических подсистем. Все анализируемые параметры, определяющие транспортные свойства, также улучшались. Во всех случаях отмечено увеличение длины машин, уменьшение ширины и высоты, что обусловлено требованиями и условиями передвижения и транспортировки по дорогам общего пользования. Комфортность рабочего места по 10-бальной шкале улучшилась на 2...3 балла.

Динамика основных определяющих параметров кормоуборочных комбайнов изменялась аналогично, однако отмечено, что определяющий параметр «Расход топлива в рабочем режиме» у машин текущего поколения выше, чем у предыдущего, что обусловлено увеличением массы и, соответственно, повышением энергозатрат на самопередвижение, а также увеличением

энергозатрат на получивший распространение гидравлический привод технологического оборудования. Среди транспортных свойств кормоуборочных комбайнов наибольшее увеличение отмечено по параметру «Транспортная скорость», который в современных моделях машин достигает 40 км/ч и далее будет повышаться.

Технический облик тракторов также был существенно изменен в отношении энергонасыщенности машин как базовой, так и повышенной производительности. Однако из таблицы 3 также видно, что эти изменения произошли за счет силомоментного масштабирования, что обусловлено несущественным изменением показателя «Удельная энергоёмкость». До настоящего времени топливная эффективность достигалась, прежде всего, за счет применения более экономичных двигателей внутреннего сгорания.

Прогнозирование проводили с помощью методов нечеткой логики в соответствии с методикой, приведенной в работе [9, 12]. Для расчета по выделенным в таблицах 1 -3 определяющим параметрам были построены функции принадлежности переменной X_1 «Тенденция роста параметра» (рисунок 5а) с термами «низкий», «ниже среднего», «средний», «выше среднего» и «высокий» и X_2 «Степень приближения образцов текущего поколения к идеальному значению» (рисунок 5б) с термами «худшие образцы», «образцы среднего уровня», «лучшие образцы», а процесс нечеткого логического вывода и построения функции принадлежности Y «Прогноз роста» (рисунок 5в) был реализован на базе алгоритма Мамдани в соответствии с методикой, приведенной в [9, 12]. Расчет проведен в соответствии с методикой, приведенной в работе [12]. Этапы и результаты расчетов по параметру «Производительность» зерноуборочного комбайна базовой производительности представлены на рисунке 5.

Проведение процедуры дефаззификации прогноза реализовано по обобщенной функции принадлежности выходной переменной Y (рисунок 5в) и выполнено по методу центроида [7], что позволило определить относительный рост определяющего параметра относительно фактического уровня машины текущего поколения (рисунок 5). Аналогично были проведены расчеты по другим определяющим параметрам остальных анализируемых в данной работе типов сельскохозяйственных машин. Результаты

прогнозирования представлены на рисунке 6. Для автоматизации расчетов по предложенной методике с помощью программного комплекса *MATLAB-Simulink* разработан соответствующий алгоритм и симуляционная модель [25].

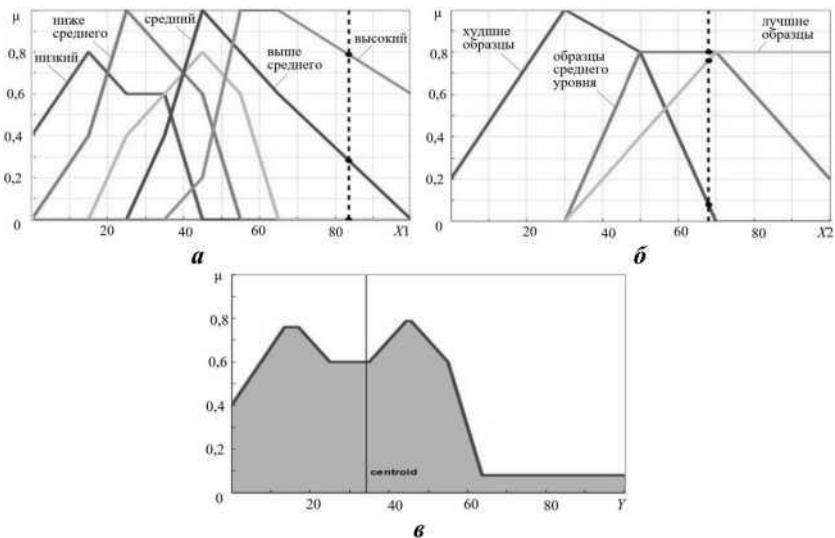


Рисунок 5 - Функции принадлежности входных переменных X_1 (а), X_2 (б) и выходной переменной Y (в) определяющего параметра «Производительность» зерноуборочного комбайна базовой производительности

На рисунке 6 показано сопоставление относительных уровней определяющих параметров для машин предыдущего поколения (рисунок 1 в, г, рисунок 2 в, г и рисунок 3 в, г), текущего поколения (рисунок 1 д, е, рисунок 2д, е и рисунок 3 д, в), а также нового поколения. Как видно из рисунка 6, зерно- и кормоуборочные комбайны нового поколения в зависимости от модификаций должны получить: увеличение производительности на 25.. .60,8 %; улучшение качества обработки технологической массы на 20,6...29,6 %, улучшение топливной экономичности на 17,5. ..29,2 %; повышение транспортной скорости на 25,5. ..41,4 %; улучшение маневренности на 6,44...8,08 %; уменьшение габаритных размеров на 15...25 %; увеличение массы не более чем на 2.. .10%и повышение комфортности на 32,4...42,1 %.

Результаты прогнозирования по тракторам показали, что машины базовой производительности должны улучшить определяющие параметры на 5..12%, при этом диапазон скоростей повысится на 62 %. В отношении тракторов повышенной проходимости прогнозируется повышение мощности на 41 %, облегчение конструкции по показателю удельная материалоемкость на 21 %, повышение топливной экономичности на 12 %, диапазона скоростей на 65 %, маневренности на 2 %, габаритных размеров на 21 %, массы на 31 % и комфортности на 25 %.

Следует отметить, что результаты прогнозирования, проведенного в начале и конце 2022 г. имеют отличия (рисунок 6). Результаты прогнозирования, проведенные в конце 2022 г., показали, что по: зерноуборочным комбайнам базовой производительности предполагается снижение всех основных определяющих параметров, кроме массы и габаритных размеров; другим самоходным комбайнам следует ожидать снижение основных определяющих параметров, кроме массы, габаритных размеров и производительности. Отличия прогнозов в отношении зерно- и кормоуборочных комбайнов обусловлено приостановкой поставок в РФ импортных машин, а также программно-вычислительных комплексов.

По тракторам отмечается большая разница результатов прогнозирования, проведенного в начале и конце 2022 г.: по всем основным определяющим параметрам отмечается их снижение. Результаты прогнозирования в начале и конце 2022 г. выявили: снижение мощности и комфортности, что обусловлено закрытием импорта двигателей внутреннего сгорания, а также дефицитом или отсутствием отечественных аналогов; снижение удельной материалоемкости, что связано с исключением поставок импортной техники, задающей тренды развития; повышение расхода топлива обусловлено переходом на отечественные силовые установки; повышение диапазона скоростей из-за повышения нагрузки трактора из-за ограниченности производственных возможностей выпуска новых и отсутствия поставок импортных машин; повышение массы и габаритных размеров - из-за применения двигателей с большим пятном контакта и отсутствия конкуренции.

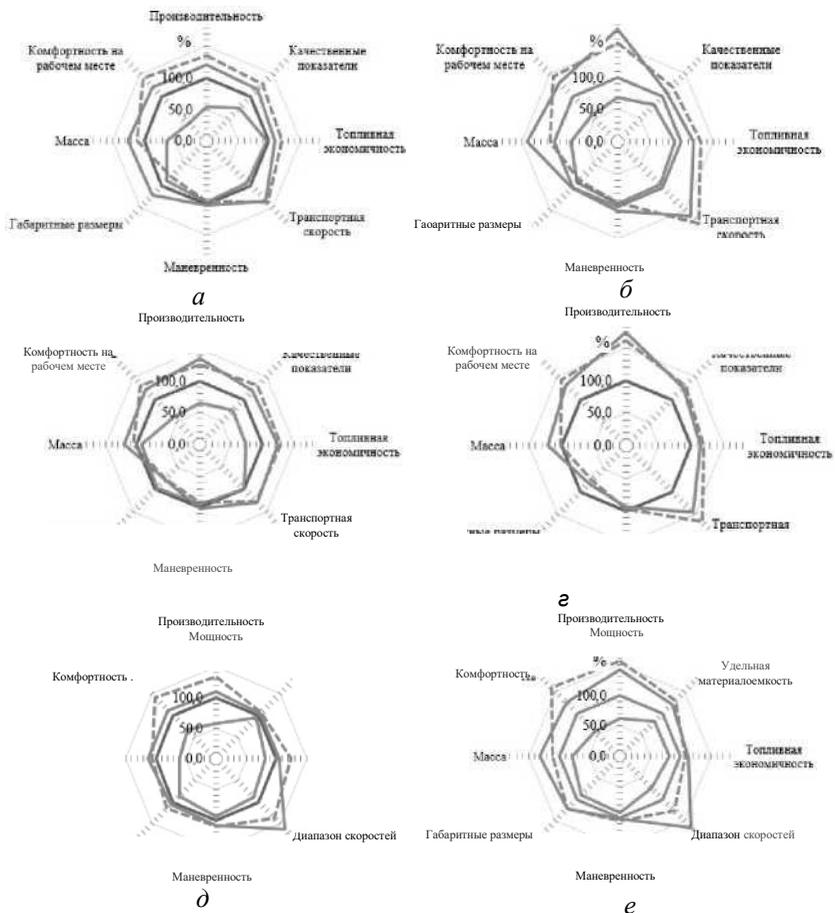


Рисунок 6 - Уровни определяющих параметров зерноуборочных комбайнов (*a*, *б*), кормоуборочных комбайнов (*в*, *г*) и тракторов (*д*, *е*) базовой (*a*, *в*, *д*) и повышенной производительности (*б*, *г*, *е*): красный - предыдущее поколение; синий - текущее поколение; зеленый - новое поколения

Удельная
материалоёмкость

Спрогнозированный уровень свойств формирует разнонаправленные изменения, которые с точки зрения реализации на основе существующих подходов конструирования противоречивы, а с учетом выявленного отставания отечественных машин по основным транспортным и эксплуатационным свойствам [2-4, 12] труднодостижим.

Очевидно, что разница результатов прогнозирования в целом обусловлена эскалацией санкционного давления на экономику России, а также меняющимися экономическими, политическими, социальными и другими условиями. В новых геополитических реалиях Президентом страны принят стратегический курс по выводу страны на траекторию реальной технологической независимости - достижению технологического суверенитета [26]. В соответствии с этим посылом действующий стандарт [27] отмечает, что утрата сельской традиционной культуры не осознается обществом как проблема, заслуживающая внимания и общественных ресурсов для ее преодоления, в результате разрушаются и исчезают уникальные памятники материального и нематериального наследия народов России, являющиеся основой их идентичности [28]. Рядом представителей органов основных ветвей власти, а также бизнеса обозначен курс на пересмотр требований к создаваемой технике и технологиям с учетом особого пути развития нашей страны, особенностей культуры и менталитета общества [29-31]. Очевидно, что агропромышленный комплекс, как важнейшая отрасль страны, и сельскохозяйственное машиностроение также будут иметь собственную модель организации и развития с учетом сложившихся условий в самой отрасли, стране и мировых трендов.

В стратегическом документе [27], оперативно разработанном в 2022 г. обозначено, что в АПК парк тракторов должен составлять 494260 единиц техники, комбайнов - 176526 единиц техники. При этом по состоянию на 1 мая 2022 г. у сельскохозяйственных товаропроизводителей имелось 429728 единиц тракторов, 124179 единиц зерноуборочных комбайнов, 15353 единицы кормоуборочных комбайнов. Дефицит тракторов составляет порядка 70000 единиц, комбайнов - 37000 единиц. Доля тракторов, эксплуатируемых свыше 10 лет, составляет около 57 процентов, зерноуборочных комбайнов - 45 процентов, кормоуборочных комбайнов - 43 процента. С целью сохранения темпов обновления парка техники и снижения техники, эксплуатируемой свыше 10 лет, требуется ежегодное обновление парка техники на уровне 10 процентов от числа имеющихся в наличии самоходных машин и других видов техники [27]. Таким образом, для удовлетворения потребности АПК в сельскохозяйственных машинах, обеспечивающих возможность ведения эффективного и экологически чистого агрохозяйства,

требуется ежегодная поставка в эксплуатацию около 50000 единиц тракторов и 17000. .18000 единиц комбайнов с техническим обликом, соответствующем машинам текущего поколения. Возможными вариантами компенсации сложившегося дефицита агротехники являются:

- наращивание производства отечественных производителей, а также Беларуси как основного и надежного поставщика товаров и услуг. При этом возникает необходимость оценки целесообразности реализации только этого направления в средне- и долгосрочной перспективе;

- повышение производительности машин текущего поколения, технический облик которых сформирован в результате реинжиниринга и подходов проектирования на основе силомоментного и масс-инерционного масштабирования. Такая экстенсивная форма развития конструкции машин привела к существенному повышению их массы, увеличению энергозатрат на самопередвижение, а также интенсификации генерируемых ими виброакустических возмущений [2-4]. Используемый подход не только затрудняет создание российскими предприятиями изделий с конкурентоспособным уровнем свойств на глобальном рынке, но и предполагает создание образцов техники и оборудования, технический облик которых не соответствует условиям российского АПК;

- повышение производительности машин за счет внедрения цифровых систем управления является закономерным направлением развития агротехники. Однако следует учитывать, что структурная перестройка сельской экономики отразилась на кадровом обеспечении аграрного сектора [28]. В сложившихся условиях пространственной организации России [32] требуется синхронизация процессов цифровизации агротехники и подготовки кадров для АПК;

- наращивание импорта. При этом данное направление должно реализовываться на условиях защиты внутреннего рынка, выравнивания условий производства, а также соответствия импортируемой техники требованиям к техническому облику отечественных машин, а также новой системы машин, специально разработанной под особые условия и путь развития РФ.

Таким образом, отмеченные процессы технической эволюции наиболее энергоемких сельскохозяйственных машин предполагают совершенствование транспортных и технологических подсистем, а также более широкое применение в них цифровых систем управления. Удовлетворение потребностей в новой агротехнике также требует наращивания выпуска машин, прежде всего, российскими предприятиями. При этом складывающиеся геополитические условия в мире, особенности ведения агропромышленного комплекса и организации сельскохозяйственного машиностроения России требуют разработки агротехники с учетом национальных, культурных особенностей, а также имеющихся производственных, трудовых, интеллектуальных ресурсов и наиболее целесообразных технологий ведения АПК.

Выводы

1. В настоящее время основные сельскохозяйственные машины на пути эволюционного развития соответствуют третьему поколению, основным направлением развития которого является разработка и внедрение систем управления процессами самопередвижения и технологическими процессам. Технический облик средств механизации зависит от формы хозяйствующих субъектов, а также складывающихся геополитических, экономических и политических условий, требующих прогнозирования и определения стратегии АПК страны в новых условиях.

2. Стратегия АПК должна формироваться в аспекте национальной безопасности, экономической эффективности и качества жизни граждан, а также традиционной культуры, памятников материального и нематериального наследия народов России, являющихся основой их идентичности.

3. Стратегическое планирование АПК, обеспечивающего продовольственную безопасность страны и экспорта продукции АПК как продукта геополитического влияния, наиболее целесообразно реализовывать в последовательности:

- корректировка Стратегии пространственного развития территорий РФ и Стратегии развития агропромышленного комплекса с закреплением количественных показателей оптимальной структуры хозяйствующих субъектов АПК;

- обоснование и разработка технологий ведения АПК;
- разработка системы сельскохозяйственных машин, в том числе с учетом прогнозирования уровней определяющих параметров на глубину протекания жизненного цикла;
- разработка и утверждение государственных программ и механизмов стимулирования производства агротехники в рамках единой системы машин;
- обоснование и разработка единой модульной платформы создания, производства и эксплуатации агротехники на основе передовых методов и разумного применения систем цифровизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства РФ от 07.07.2017 № 1455-р «Об утверждении Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России на период до 2030 года».
2. Сиротин, П. В. Анализ виброакустической нагруженности рабочего места операторов зерноуборочных комбайнов / П. В. Сиротин, И. Ю. Лебединский, В. В. Кравченко // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. - 2018.-№1 (53). - С. 113-121.
3. Сиротин, П. В. Экспериментальная оценка плавности хода самоходного кормоуборочного комбайна / П. В. Сиротин, А. Г. Сапегин, С. В. Зленко // Труды НАМИ. - 2017. - №4 (271). - С. 67-74.
4. Sirotin, P. V. Experimental studies of ride quality of self-propelled combine harvester / P. V. Sirotin, A. G. Sapegin, S. V. Zlenko // XIV International Scientific-Technical Conference «Dynamic of Technical Systems» (DTS-2018). September 12-14, 2018. - Rostov-on-Don, Russian Federation : MATEC Web of Conferences. - 2018.- Volume 226.
5. Половинкин, А. И. Теории проектирования новой техники: закономерности техники и их применение / А. И. Половинкин. - М. : Информ- электро, 1991. - 101 с.
6. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. - М. : Радио и связь, 1993. - 278 с.
7. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. - М. : Горячая линия - Телеком, 2007. - 288 с.
8. Коньшева, Л. К. Основы теории нечетких множеств : учебное пособие / Л. К. Коньшева. - СПб. : Питер, 2011. — 192с.
9. Жилейкин, М. М. Прогнозирование значений определяющих показателей при формировании технического облика особо легких высокоподвижных колесных транспортных средств / М. М. Жилейкин, М. Р.

Калимулин, А. В. Мирошниченко // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. - 2012. - № 10(10). - С. 24.

10. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++ / Гради Буч; Пер. с англ, под ред. И. Романовского и Ф. Андреева. - 2 изд. - М. : Випом ; СПб. : Нев. диалект, 1998. - 558 с.

11. Максимов, В. П. Концептуальное конструирование орудий для основной обработки склоновых земель / В. П. Максимов, А. Е. Ушаков // Вестник аграрной науки Дона. Зерноград. - 2020. - №1 (49). - С. 53-59.

12. Сиротин, П. В. Метод прогнозирования технического облика зерно- и кормоуборочных комбайнов новых поколений с обоснованием структуры их виброзащитной системы / П. В. Сиротин // Тракторы и сельхозмашины. - 2021. - Т. 88. - № 6. - С. 15-28.

13. Шаров, В. В. Фрагменты истории отечественного тракторостроения. Технические очерки по тракторостроению в России. Конец XIX - первая половина XX веков / В. В. Шаров // С.П. Баранцевское. Серия - Память жива. Дизайн и вёрстка рекламного агентства «Идеи оптом». - 2015. - 96 с.

14. Шаткус, Д. И. Справочник по комбайнам Нива и Колос / Д. И. Шаткус. - М. : «Колос», 1976. - С. 208.

15. Протокол испытаний № 14-41-2017 (2060022) комбайна зерноуборочного самоходного S300 «NOVA» в комплекте с адаптерами. - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центрально-Черноземная государственная зональная машиноиспытательная станция», 2017. - 5 с.

16. Комбайны зерноуборочные самоходные «Дон-1500Б» и «Дон-1200Б». Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. - Учебный центр АО «Ростсельмаш». - С. 468.

17. Протокол испытаний № 07-41-2017 (5060322) комбайна зерноуборочного РСМ-161. - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Кубанская государственная зональная машиноиспытательная станция». - 5 с.

18. Отчет № 11-23-14 (4060252) от 18 ноября 2014 г. по результатам базовых испытаний сельскохозяйственной машины комбайна зерноуборочного РСМ-181 «TORUM-760». - ФГБОУ Сев.-Кав. гос. зональная МПС. - Зерноград, 2014. - С. 24.

19. Отчет о выполнении информационной услуги по результатам испытаний Комбайна кормоуборочного самоходного РСМ-100 «ДОН-680М» в комплекте с адаптерами (на основании протокола № 11-15-16 шифр 1130082 от 14 ноября 2016 года). - Зерноград, 2016. - 20 с.

20. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центрально-Черноземная государственная зональная машиноиспытательная станция» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: chmis.ru/ispytaniya/94-2018/261-kultivator-navesnoj-dlya-vysokostebelnykh-kultur-kmv-5-6-50 (дата обращения 12.12.2019).

21. Комбайн кормоуборочный самоходный РСМ-1401. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. - Выпуск 5. - Изд. Ростсельмаш, 2010. - С. 65.

22. Агротехника. Продукция. Главная. Официальный интернет-ресурс ПТЗ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://kirovets-ptz.com/catalog/agrotehnika/> (дата обращения: 25.12.2022).

23. Тракторы. Продукция. Главная. Официальный интернет-ресурс МТЗ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.belarus-tractor.com/catalog/tractors/> (дата обращения: 25.12.2022).

24. Ларин, С. Н. Тенденции развития сельского хозяйства и необходимость взаимодействия агрохолдингов и фермерских хозяйств / С. Н. Ларин, А. Н. Знаменская // Наука без границ. - 2019. -№ 5 (33). - С. 20-29.

25. Свидетельство о гос. рег. программы ЭВМ № 2021613297. Программа прогнозирования уровней определяющих параметров технических объектов новых поколений (DSJ) / П. В. Сиротин, Н. С. Дробязко, М. М. Жилейкин. -№ 2021612389 ; заявл. 25.02.2021 ; опубли. 04.03.2021 г.

26. Обращение Президента. Новости ПЭФ 2022. Новости. Информация и сервисы. Официальный интернет-ресурс Роспатента РФ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://rospatent.gov.ru/ru/news/pmef-putin-17062022> (дата обращения: 25.12.2022).

27. Распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года».

28. Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015 № 151-р «Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года».

29. Доклад М. Г. Решетникова о прогнозе социально-экономического развития на 2023 год и на плановый период 2024-2025 годов Минэкономразвития РФ. Официальный интернет-ресурс Совета Федерации РФ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://council.gov.ru/events/news/138446> (дата обращения: 25.12.2022).

30. Один на один с Анной Лазаревой. Максим Соколов об антикризисной стратегии «АвтоВАЗа». Официальный интернет-ресурс ВГТРК [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://smotrim.ru/video/2567028> (дата обращения: 18.02.2023).

31. Мнение. Наталья Касперская: импортозамещение в сфере инфобезопасности в РФ. Официальный интернет-ресурс ВГТРК [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://smotrim.ru/video/2390522> (дата обращения: 09.03.2023).

32. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года».

Об авторах:

Красников Геннадий Яковлевич, Президент Российской академии наук (119991, Российская Федерация, Москва, Ленинский проспект, 14), доктор технических наук, профессор, академик РАН.

Дидманидзе Отари Назирович, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, академик РАН, didmanidze@rgau-msha.ru.

Сиротин Павел Владимирович, заведующий кафедрой «Автомобили и транспортно-технологические комплексы», ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова» (346428, Российская Федерация, Ростовская обл., Новочеркасск, ул. Просвещения, 132), доктор технических наук.

Парлюк Екатерина Петровна, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор технических наук, kparlyuk@rgau-msha.ru.

About the authors:

Gennadij J. Krasnikov, President of the Russian Academy of Sciences (119991, Russian Federation, Moscow, Leninsky Prospekt, 14), D.Sc. (Engineering), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences.

Otary N. Didmanidze, Head of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, didmanidze@rgau-msha.ru

Pavel V. Sirotin, Department head «Automobiles and transport-technological complexes», «South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after MI Platonov», (346428, Rostovregion, Novocherkassk, st. Enlightenment, 132), D.Sc. (Engineering).

Ekaterina P. Parlyuk, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), kparlyuk@rgau-msha.ru.