



УДК 631.372:631.51

**Н.И. Селиванов, В.В. Аверьянов**  
**N.I. Selivanov, V.V. Averyanov**

## СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА ТРАКТОРОВ ДЛЯ ЗОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЧВООБРАБОТКИ

### THE STRUCTURE OF THE SYSTEM FOR FORMING A STANDARD SERIES OF TRACTORS FOR ZONAL TILLAGE TECHNOLOGIES

**Ключевые слова:** структура, агрегат, адаптация, технология, трактор, показатель, чистая производительность, зональные условия.

Цель работы – разработка структурной схемы системы формирования типоразмерного ряда тракторов для зональных технологий почвообработки. В основу структуры и содержания системы формирования типоразмерного ряда мобильных энергетических средств и соответствующего шлейфа рабочих машин положены научно обоснованные принципы технического обеспечения операционных технологий механизированных работ, устанавливающие основные уровни и задачи адаптации тракторов к условиям производственной эксплуатации при выполнении отдельных или группы родственных операций. Наименьший расход основных ресурсов на единицу полученной продукции при высокой производительности и требуемом качестве работ определяет содержание и методы решения оптимизационных задач на каждом из семи обоснованных уровней. При решении оптимизационных задач первого и последующих уровней родственные по назначению, энергоемкости и технологическим требованиям операции основной обработки почвы и посева объединены в отдельные группы: 1 – отвальная и глубокая безотвальная обработка; 2 – безотвальная комбинированная обработка и чизелевание; 3 – поверхностная комбинированная обработка и посев. Выходные параметры-адаптеры предшествующих уровней служат входными для нижних уровней иерархической лестницы, обеспечивая сложение эффектов для получения наивысших результатов на выходе системы. Содержание и методы решения адаптационных задач на каждом уровне характеризуют обоснованные критерии ресурсосбережения и выходные параметры, обеспечивающие ком-

плексное решение системы формирования оптимального состава тракторного парка как на стадии разработки, так и производственной эксплуатации. Общие принципы оптимизации эксплуатационных параметров и тягово-скоростных режимов работы скомплектованных агрегатов практически не зависят от типа ходовой системы и компоновочной схемы колесных полноприводных тракторов.

**Keywords:** structure, aggregate, adaptation, technology, tractor, indicator, net productivity, zonal conditions.

The research goal is to develop a structural diagram of the system for forming a standard-sized series of tractors for zonal tillage technologies. The structure and content of the system for the formation of a standard-sized series of mobile energy units and the corresponding range of working machines are based on scientifically-based principles of technical support for operational technologies of mechanized work which establish the basic levels and tasks of adapting tractors to production conditions when performing individual or group related operations. The lowest consumption of basic resources per unit of output with high productivity and the required quality of work determines the content and methods of solving optimization problems at each of the seven reasonable levels. When solving optimization problems of the first and subsequent levels, operations related to the main purpose, energy consumption and technological requirements of the main tillage and sowing operations are combined into separate groups: 1) moldboard and deep boardless tillage; 2) boardless combined tillage and chiseling; 3) surface combined tillage and sowing. The output parameters-adapters of the previous levels serve as input for the lower levels of the hierarchical ladder, providing the addition of effects to obtain the highest

results at the output of the system. The content and methods of solving adaptation problems at each level characterize the justified criteria of resource conservation and output parameters that provide a comprehensive solution to the system for forming the optimal composition of the tractor

fleet both at the development and production stages. The general principles for optimizing operational parameters and traction-speed modes of operation of completed units are practically independent of the type of running system and layout of wheeled all-wheel drive tractors.

**Селиванов Николай Иванович**, д.т.н., проф., зав. каф. «Тракторы и автомобили», Красноярский государственный аграрный университет. Тел.: (391) 2-912-510. E-mail: zaprudskii@list.ru.

**Аверьянов Виктор Владимирович**, аспирант, учебный мастер каф. «Тракторы и автомобили», Красноярский государственный аграрный университет. E-mail: v-averyanov@bk.ru.

**Selivanov Nikolay Ivanovich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Tractors and Automobiles, Krasnoyarsk State Agricultural University. Ph.: (391) 2-912-510. E-mail: zaprudskii@list.ru.

**Averyanov Viktor Vladimirovich**, post-graduate student, Instructor, Chair of Tractors and Automobiles, Krasnoyarsk State Agricultural University. E-mail: v-averyanov@bk.ru.

### Введения

Достигнутый уровень и перспективы развития производства конкурентоспособной продукции растениеводства характеризуют урожайность  $u_i$  и экономические показатели, которые определяются в основном эффективностью машинных технологий с использованием многооперационных почвообрабатывающих посевных агрегатов на базе нового поколения мобильных энергетических средств (МЭС), адаптированных к природно-производственным условиям. В связи с этим разработка общей концепции формирования и ресурсосберегающего использования мобильных тракторных агрегатов в зональных технологиях почвообработки имеет актуальное значение. Обеспечение минимального расхода используемых ресурсов на единицу полученной продукции при высокой производительности и запланированной урожайности является главной целью оптимизации типоразмерного ряда тракторов и агрегатов для условий функционирования.

Анализ разработанных ранее методов и результатов решения адаптационных задач [1-3] показал необходимость их совершенствования и уточнения с учетом достигнутого уровня технического обеспечения операционных технологий в растениеводстве. Наиболее актуальным является совершенствование структуры и содержания системы формирования типоразмерного ряда тракторов для зональных условий.

**Цель** работы – разработка структурной схемы системы формирования типоразмерного ряда тракторов для зональных технологий почвообработки.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

1) обосновать основные уровни системы адаптации параметров и режимов работы тракторных агрегатов к зональным технологиям почвообработки;

2) определить содержание и условия решения основных и сопряженных задач установленных уровней общей системы адаптации тракторов.

### Условия и методы исследования

В основу разработки структуры и содержания системы формирования типоразмерного ряда тракторов положены [1, 2] научно обоснованные принципы технического обеспечения операционных технологий механизированных работ, устанавливающие основные уровни и задачи адаптации энергетических средств к условиям производственной эксплуатации при выполнении отдельных или групповых родственных операций. Наименьший расход основных ресурсов характеризует главные критерии решения оптимизационных задач на каждом уровне. Выходные параметры-адаптеры предшествующих (верхних) уровней служат входными для нижних уровней иерархической лестницы, обеспечивая сложение эффектов ресурсосбережения для получения наивысших результатов на выходе общей системы. Каждый уровень предполагает поэтапное решение промежуточных и сопряженных задач, усиливающих эффект ресурсосбережения.

Общие принципы оптимизации параметров и тягово-скоростных режимов работы не зависят практически от типа ходовой части трактора. С учетом сегментации российского рынка, фактического состава и приоритетного обновления тракторного парка сельских товаропроизводителей в основу его формирования положен типоразмерный ряд колесных 4к4 тракторов.

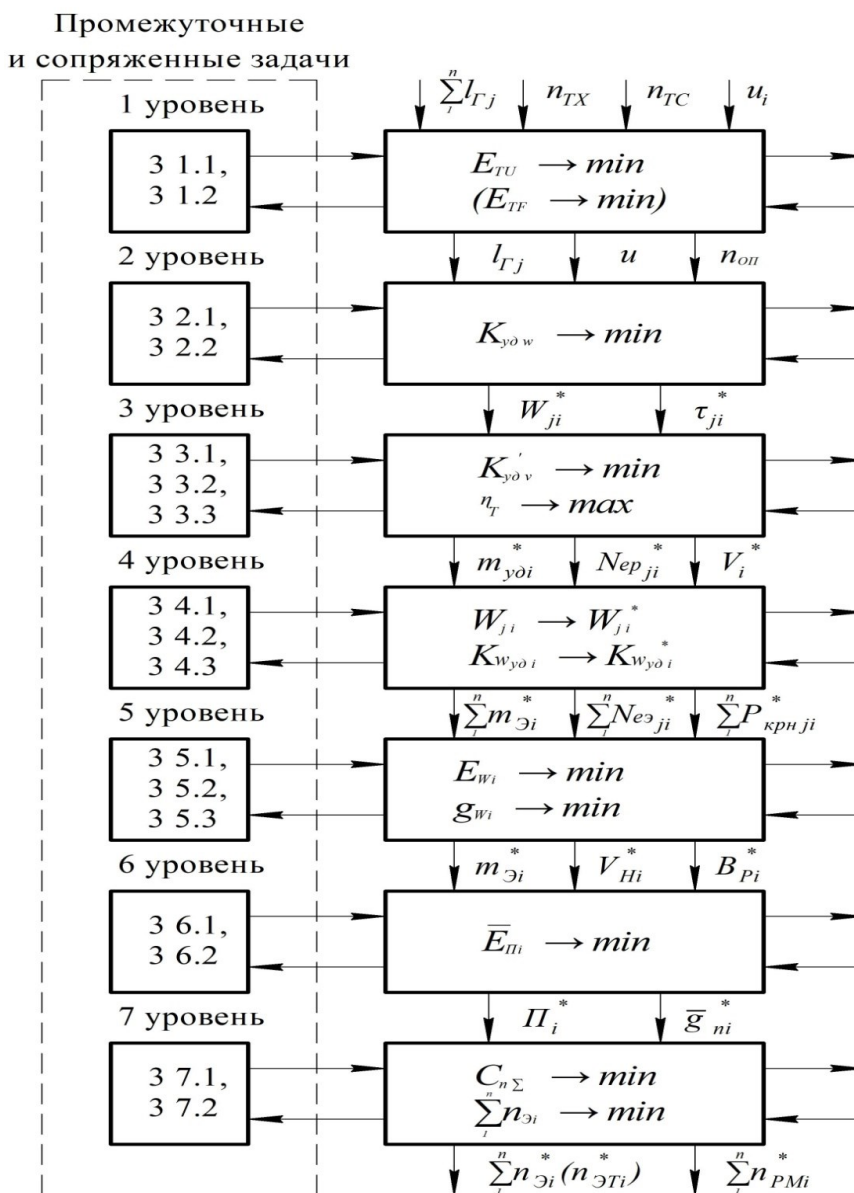
**Результаты исследования**

Структура системы формирования типоразмерного ряда тракторов для технологий почвообработки отдельных природных зон, региона и агрозоны включает семь уровней (рис.) решения адаптационных задач.

**Первый уровень** содержит оценку природно-производственных условий эксплуатации почвообрабатывающих агрегатов и выбор технологии возделывания основной сельскохозяйственной культуры. Исходными производственными факторами являются количество возможных вариантов  $n_{TX}$  цельнозамкнутых технологий почвообработки и посева при соответствующей урожайности  $u_i$  основной культуры и их техни-

ческого обеспечения  $n_{TC}$ . Воздействие природных факторов характеризует совокупность классов длины гона  $\sum_1^n l_{Ti}$ , определяющих площади полей  $\sum_1^n F_i$ , физико-механические свойства почвы. На выходе по результатам оптимизации выбирают ресурсосберегающую технологию возделывания культуры с числом операций  $n_{оп}$  и планируемой урожайностью  $u$  при характерной длине гона  $l_{Tj}$ .

Промежуточные задачи включают:  $Z_{1.1}$  – введение в технологию разных по энергоемкости дополнительных операций основной почвообработки;  $Z_{1.2}$  – замену одних операций другими или их совмещение по условиям энергосбережения и агротехнических требований.



**Рис. Структура многоуровневой системы формирования инновационного тракторного парка для зональных технологий почвообработки**

При установленных технических характеристиках базовых энергетических средств и рабочих машин разного технологического назначения, с учетом перспективы их обновления без конкретизации состава агрегатов, на этом уровне оптимизации могут быть обоснованы только энергосберегающие принципы операционных технологий с использованием в качестве основного и вспомогательного критериев ресурсосбережения [1, 2, 4] минимума суммы технологических энергозатрат в расчете на единицу планируемой урожайности  $E_{Tu}$  и обработанной площади  $E_{TF}$  соответственно:

$$\begin{cases} E_{Tu_i} = \frac{1}{u} \sum_{i=1}^{n_{оп}} E_{Ti} \rightarrow \min; \\ E_{TF} = \frac{1}{F} \sum_{i=1}^{n_{оп}} E_{TF_i} \rightarrow \min. \end{cases} \quad (1)$$

По результатам выбора энергосберегающей технологии по критериям (1) на последующих нижних уровнях решаются задачи экономии затрат на каждой отдельной операции или группе родственных по энергоемкости операций путем оптимизации массоэнергетических параметров тракторов, состава и режимов работы соответствующих агрегатов для конкретного класса длины гона.

При решении задач первого и последующих уровней родственные по энергоемкости операции основной обработки почвы объединяют в отдельные группы [1]: 1-я гр. – отвальная и глубокая безотвальная обработка (традиционная технология); 2-я гр. – безотвальная комбинированная обработка и чизелевание (минимальная технология); 3-я гр. – поверхностная комбинированная обработка и посев (минимальная и нулевая технологии).

**Второй уровень** предусматривает обоснование обобщенного показателя (параметра) эффективности для каждого (отдельного) агрегата, выполняющего соответствующую операционную технологию при длине гона  $l_{Tj}$ .

Математические модели характеризуют воздействия заданных природно-производственных факторов на показатель чистой производительности  $W_{ji}$  ( $m^2/c$ ) агрегата, как наиболее объективный и надежный обобщенный выходной параметр (критерий) для длительного периода времени [5]. Результатом оптимизации является

ресурсосберегающее значение  $W_{ji}^*$  при коэффициенте использования времени смены  $\tau_{ji}^*$ , определяющее эксплуатационную производительность агрегата  $\Pi_{ji}^* = (W^* \cdot \tau^*)_{ji}$ . С учетом разнонаправленного влияния  $W$  на  $\Pi$  и  $\tau$  для определения  $W_{ji}^*$  целесообразно использовать критерий  $K_{удW}$  ( $c/m^2$ ), эквивалентный минимуму удельных энергозатрат:

$$K_{удW} = W / (\Pi^2 \cdot \tau) = 1 / (W \cdot \tau^3) \rightarrow \min. \quad (2)$$

В качестве промежуточных на данном уровне решаются задачи: 3<sub>2.1</sub> – определение составляющих баланса времени смены; 3<sub>2.2</sub> – обоснование значений коэффициентов уравнения взаимосвязи  $\tau_{ji} = f(W_{ji})$  [6].

**Третий уровень** содержит обоснование параметров-адаптеров трактора для отдельных групп операций и характерных классов длины гона по условию обеспечения показателя  $W_{ji}^*$  при минимуме удельных энергозатрат.

Математические модели характеризуют уравнения тягового и энергетического баланса трактора. Выходные параметры-адаптеры представляют оптимальные значения рабочей скорости  $V_i^*$  ( $m/c$ ) агрегата, потребной мощности  $N_{epji}^*$  ( $kBm$ ) и удельной массы  $m_{удi}^*$  ( $kg/kBm$ ) трактора для отдельных групп родственных операций и соответствующих классов длины гона:

$$\begin{cases} N_{epji}^* = W_{ji}^* \cdot K_{a_i} / \eta_{Tmax}; \\ V_i^* = N_{epji}^* \cdot \eta_{Tmax} / P_{крпji}; \\ m_{удi}^* = \eta_{Tmax} / (g \cdot \varphi_{крп} \cdot V_i^* \cdot 10^{-3}). \end{cases} \quad (3)$$

Критериями оптимизации, независимо от класса длины гона, являются минимум удельных энергозатрат на единицу удельной производительности и скорости агрегата  $K_{удV}$  ( $c/m$ ), а также максимум тягового КПД трактора  $\eta_T$ :

$$\begin{cases} K_{удV} = \mu_k^2 / (\eta_{Tmax}^2 \cdot V) \rightarrow \min; \\ \eta_T \rightarrow \max. \end{cases} \quad (4)$$

Промежуточные задачи на этом уровне представляют: 3<sub>3.1</sub> – определение величины  $K_0$  при  $V_0=1,4$   $m/c$  и зависимости  $\mu_k$  удельного сопротивления рабочих машин от скорости  $K_a = K_0 \cdot \mu_k = f(V)$  для установления диапазона ( $V_{min} - V_{max}$ )\*; 3<sub>3.2</sub> – определение составляющих и зависимости тягового КПД трактора от коэффициента использования веса  $\eta_T = f(\varphi_{крп})$  для обоснования рационального



тягового диапазона  $\varphi_{кр\ min}^* \leq \varphi_{кр} \leq \varphi_{кр\ max}^*$ ;  $Z_{3.3}$  – оценка величины и характера изменения удельных показателей (критериев) оптимизации производительности, ширины захвата агрегата и энергозатрат от скорости  $K_{уд\ W}$ ,  $K_{уд\ B}$ ,  $K_{уд\ V} = f(V)$ .

**Четвертый уровень** предусматривает обоснование энергосберегающего типоразмерного ряда тракторов для характерных природно-производственных условий. Наиболее экономичным вариантом является [1] формирование парка на основе энергетических средств с переменными массоэнергетическими параметрами и единой элементарно-агрегатной базой отечественного или совместного с зарубежными фирмами производства, обеспечивающих образование требуемых типоразмеров путем комбинирования мощностью и массой.

Для всех выделенных групп родственных операций  $i = n$  в каждом из  $j = m$  классе длины гона по установленному критерию оптимизации  $W_{ji}^*$  определяется соответствующий энергетический потенциал трактора при осредненных значениях коэффициента использования мощности  $\xi_{\bar{N}_i}^*$  и максимальном тяговом КПД  $\eta_{T\ max}$

$$N_{eэ\ ji}^* = N_{ep\ ji}^* / \xi_{\bar{N}_i}^* = W_{ji}^* \cdot K_{oi} \cdot \mu_{ki} / (\eta_{T\ max} \cdot \xi_{\bar{N}_i}^*). \quad (5)$$

С учетом занятости по времени  $T_i$  трактора на разных операциях в общей загрузке  $T_o = \sum_1^n T_i$  среднее значение эксплуатационной мощности:

$$\bar{N}_{eэ\ ji} = \frac{1}{T_o \cdot \xi_{\bar{N}_i}^*} \sum_1^n (\xi_{\bar{N}_i}^* \cdot N_{eэ\ ji}^*) \cdot T_i. \quad (6)$$

По результатам статистической обработки значений  $N_{eэ\ ji}$  устанавливается оптимальное количество типоразмеров  $\sum_1^n \bar{N}_{eэ\ ji}$  тракторов с шагом  $\Delta N_{eэ}$  для заданных условий в соответствии с двухпараметрической классификацией.

Основными выходными показателями являются количество рациональных типоразмеров мощности  $\sum_1^n \bar{N}_{eэ\ ji}$  и соответствующих им значений эксплуатационной массы  $\sum_1^n \bar{m}_{э\ ji}$ , определяющих номинальное тяговое усилие  $\sum_1^n \bar{P}_{кр\ ji}$  и тяговый класс тракторов. Чистая производительность  $\bar{W}_{ji}$  и удельный показатель производительности  $K_{W_{y\partial\ i}} = \bar{W}_{ji} / \bar{N}_{eэ\ ji}$  ( $m^2/kДж$ ) представляют критерии оптимизации на этом уровне

$$\begin{cases} \bar{W}_{ji} \rightarrow W_{ji}^*; \\ K_{W_{y\partial\ i}} = \eta_{T\ max} / (K_o \cdot \mu_{kn})_i \rightarrow K_{W_{y\partial\ i}}^*. \end{cases} \quad (7)$$

Промежуточные задачи  $Z_{4.1}$ - $Z_{4.3}$  включают: определение оптимальных значений коэффициента использования мощности  $\xi_{\bar{N}_i}$  двигателя, эксплуатационной мощности  $N_{eэ\ ji} = N_{ep\ ji} / \xi_{\bar{N}_i}$  и массы  $m_{э\ i} = m_{y\partial\ i} \cdot N_{eэ\ ji}$  трактора для каждой группы родственных операций и всех классов длины гона.

Решение задач оптимизации третьего и четвертого уровней целесообразно объединить при формировании инновационного парка на основе нового поколения энергонасыщенных тракторов общего назначения и универсальных с двигателями постоянной мощности (ДПМ), у которых  $\xi_{\bar{N}}^* \rightarrow 1,0$ .

Последующие уровни ресурсосбережения предполагают конкретизацию состава и режимов работы каждого агрегата на базе выбранного типоразмера энергомашины  $\bar{N}_{eэ\ ji}$  по соответствующим критериям оптимальности.

**Пятый уровень** предполагает оптимизацию режима рабочего хода агрегата по критерию ресурсосбережения, в качестве которого целесообразно использовать минимум удельных энергозатрат  $E_{W_i}$  ( $кДж/m^2$ ), эквивалентного минимуму расхода топлива на единицу выполненной работы  $g_{W_i}$  ( $кг/m^2$ ) при номинальной скорости  $V_{Hi}$ , ширине захвата  $B_{pi}$  и часовом расходе топлива  $G_{Tp\ i}$

$$\begin{cases} E_{W_i} = \xi_{\bar{N}} \cdot N_{eэ\ i} / (B_p \cdot V_H)_i \rightarrow \min; \\ g_{W_i} = G_{Tp\ i} / (B_p \cdot V_H)_i \rightarrow \min. \end{cases} \quad (8)$$

По результатам оптимизации обосновываются выходные параметры  $m_{э\ ji}^*$ ,  $V_{Hi}^*$  и  $B_{pi}^*$  с учетом влияния тягового режима и скорости на  $m_{y\partial\ i}^*$  и  $K_{a\ i}$

$$\begin{cases} m_{э\ ji}^* = m_{y\partial\ i}^* \cdot \xi_{\bar{N}} \cdot \bar{N}_{eэ\ ji}; \\ V_{Hi}^* = \xi_{\bar{N}} \cdot \bar{N}_{eэ\ ji} \cdot \eta_{тн\ i} / m_{э\ ji}^* \cdot g \cdot \varphi_{кр\ ni}; \\ B_{pi}^* = m_{э\ ji}^* \cdot g \cdot \varphi_{кр\ ni} / K_{a\ i}. \end{cases} \quad (9)$$

Основные из промежуточных задач  $Z_{5.1}$ - $Z_{5.4}$  на этом уровне содержат: обоснование тягово-скоростного режима по условиям ограничения буксования движителей  $\delta_{min} \leq \delta_n \leq \delta_{max}$ , и рабочей скорости  $(V_{min} - V_{max})_i$ ; оптимизацию и рациональное распределение по осям массы трактора за счет балластирования и использо-

вания гидроувеличителя сцепного веса (ГСВ); рациональное комплектование и использование агрегатов при оснащении трактора сдвоенными колесами; оптимизацию режима загрузки двигателя с учетом его динамических свойств  $\xi_{N_i} \rightarrow \xi_{N_i}^*$  и др.

**Шестой уровень** предусматривает оценку показателей эффективности скомплектованных выше ресурсосберегающих агрегатов разного назначения: эксплуатационной производительности  $\Pi_i = 0,36 \cdot W_i \cdot \tau$  (га/ч); удельного расхода топлива  $\bar{g}_{\Pi_i} = \bar{G}_{T_i} / (0,36 \cdot W_i \cdot \tau)$  (кг/га) при  $\bar{G}_{T_i} = G_{T_{pi}} \cdot \tau + \bar{G}_{T_{xi}}(1 - \tau)$  (кг/ч) и др. В качестве критерия ресурсосбережения следует использовать минимум удельных эксплуатационных энергозатрат  $\bar{E}_{\Pi_i}$  (кДж/м<sup>2</sup>):

$$\bar{E}_{\Pi_i} = \left[ \xi_{N_i} \cdot \bar{N}_{эзji} \cdot \tau + \bar{N}_{xj} (1 - \tau) \right] / (W \cdot \tau)_i \rightarrow \min. \quad (10)$$

Вспомогательные и промежуточные задачи 3<sub>6.1</sub>-3<sub>6.2</sub> включают: определение топливных  $\bar{G}_{T_{xi}}$  и энергетических  $\bar{N}_{xj}$  затрат в режиме холостого хода с учетом остановок агрегата; разработку норм выработки  $\bar{\Pi}_i^*$  (га/ч) и расхода топлива  $\bar{g}_{\Pi_i}^*$ . На этом уровне завершается решение задач ресурсосбережения применительно к отдельным агрегатам на базе обоснованных типоразмеров тракторов.

**Седьмой уровень** в представленной структуре является заключительным и включает в обобщенной форме оптимизацию состава парка тракторов и рабочих машин по минимуму приведенных затрат для выполнения всего комплекса запланированных работ  $C_{\Pi\Sigma} \rightarrow \min$ . Дополнительный критерий представляет минимум или нормативную потребность энергомашин [7], выбранных на предшествующих уровнях  $\sum_1^n n_{эi} \rightarrow \min$ . Выходные параметры представляют оптимальное число мобильных энергосредств каждого типоразмера  $n_{э1}^*, n_{э2}^* \dots n_{эi}^*$  и соответствующего шлейфа рабочих машин  $n_{p,м1}^*, n_{p,м2}^* \dots n_{p,ми}^*$ , на основании которых формируется фактический помарочный состав машинно-тракторного парка (МТП).

В качестве дополнительных и промежуточных задач могут быть установлены фактическая оснащенность производства тракторами и эффективность их использования (3<sub>7.1</sub>), обоснованы направления обновления МТП, потребность в топливе и механизаторах (3<sub>7.2</sub>) и др.

## Выводы

Разработана структурная схема системы формирования типоразмерного ряда тракторов для зональных природно-производственных условий, включающая семь основных уровней оптимизации эксплуатационных параметров и режимов работы при использовании мобильных агрегатов разного технологического назначения. В основу содержания и методов решения адаптационных задач на каждом из установленных уровней положены обоснованные критерии ресурсосбережения и выходные параметры-адаптеры, обеспечивающие комплексное решение системы формирования оптимального состава тракторного парка как на стадии разработки, так и производственной эксплуатации.

## Библиографический список

1. Селиванов, Н. И. Технологическая адаптация колесных тракторов / Н. И. Селиванов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 216 с. – Текст: непосредственный.
2. Зангиев, А. А. Системный подход к решению проблемы ресурсосберегающего использования МТА / А. А. Зангиев. – Текст: непосредственный // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – № 1. – С. 45-48.
3. Самсонов, В. А. Оптимальная энергонасыщенность сельскохозяйственного трактора / В. А. Самсонов, Ю. Ф. Лачугаю – Текст: непосредственный // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 11. – С. 13-16.
4. Selivanov, N., Averyanov, V. (2020). Parameters of wheeled tractors and arable aggregates taking into account zonal conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 421. 032044. Doi: 10.1088/1755-1315/421/3/032044.
5. Самсонов, В. А. Расчет показателей трактора с учетом влияния природно-производственных факторов / В. А. Самсонов. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 4. – С. 21-25.
6. Зангиев, А. А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. – Москва: Колос, 1996. – 320 с.
7. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных комбайнов в эталонные единицы при

определении нормативов их потребности / А. Ю. Измайлов [и др.]. – Текст: непосредственный // Инструктивно-методическое издание. – Москва, 2009. – 54 с.

### References

1. Selivanov, N.I. Tekhnologicheskaya adaptatsiya kolesnykh traktorov / N.I. Selivanov; Krasnoyar. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2017. – 216 с.
2. Zangiev, A.A. Sistemnyy podkhod k resheniyu problemy resursosberegayushchego ispolzovaniya MTA / A.A. Zangiev // Tekhnika v selskom khozyaystve. – 1991. – No. 1. – S. 45-48.
3. Samsonov, V.A. Optimalnaya energonasyshennost selskokhozyaystvennogo traktora / V.A. Samsonov, Yu.F. Lachuga // Traktory i selkhoz mashiny. – 2015. – No. 11. – S. 13-16.
4. Selivanov, N., Averyanov, V. (2020). Parameters of wheeled tractors and arable aggregates

taking into account zonal conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 421. 032044. Doi: 10.1088/1755-1315/421/3/032044.

5. Samsonov, V.A. Raschet pokazateley traktora s uchetom vliyaniya prirodno-proizvodstvennykh faktorov / V.A. Samsonov // Traktory i selkokozyaystvennyye mashiny. – 2007. – No. 4. – S. 21-25.

6. Zangiev, A.A. Proizvodstvennaya ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka / A.A. Zangiev, G.P. Lyshko, A.N. Skorokhodov. – Moskva: Kolos, 1996. – 320 s.

7. Metodika ispolzovaniya uslovykh koeffitsientov perevoda traktorov, zernoborochnykh kombaynov v etalonnye edinitsy pri opredelenii normativov ikh potrebnosti / A.Yu. Izmaylov i dr. // Instrukтивно-методическое издание. – Москва, 2009. – 54 с.



УДК 631.171

Д.А. Дегтярев  
D.A. Degtyarev

## ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ МАШИН В ЦЕЛЯХ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

### THE PECULIARITIES OF INTEGRATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND MACHINERY SYSTEMS FOR INTEGRATED CROP PRODUCTION MECHANIZATION

**Ключевые слова:** система машин для комплексной механизации растениеводства, информационные технологии, факторы сельскохозяйственного производства, графоаналитический метод подбора оптимальной посевной площади, поверхность отклика зависимости мощности двигателя трактора, система подбора сельскохозяйственной техники и оборудования «Меридиан».

Рассмотрены основные задачи систем машин в растениеводстве. Современная система машин должна учитывать следующие параметры: различные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, почвенно-климатические условия зоны их возделывания и др. Перспективой создания современных систем машин для комплексной механизации растениеводства является их интеграция с информационными технологиями. Современный уровень развития технических средств предполагает широкое внедрение компьютерных технологий в агропромышленном комплексе по следующим направлениям: системы точного земледе-

лия, системы сбора и анализа метеорологических данных, системы орошения и др. Для разработки методологической платформы системы машин, адаптированной к информационным технологиям, были проведены теоретические и практические исследования по следующим направлениям: обоснование подходов, методов, способов обработки данных; сбор и обобщение данных о моделях сельскохозяйственной техники и оборудования, эксплуатационных характеристиках, результатов испытаний и работы в полевых условиях; сбор и обобщение данных о заводах-изготовителях сельскохозяйственной техники и оборудования; обоснование классификаторов полевых работ; сельскохозяйственных машин; обоснование классов сельскохозяйственных машин; обоснование способа расчета рекомендуемой посевной площади для каждого класса сельскохозяйственных машин по видам возделываемых культур; обоснование логических связей и вида конечного результата в работе программы по системе машин; работа над машинным кодом по созданию системы машин в информационном поле. Проведенные теоретические и