

3. Мелькумова Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Международный научный журнал. – № 3. – 2017. – С. 62-65.

4. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности. Материалы науч.-практ. конф.. – 2017. – С. 164-166.

5. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 36-37.

6. Мелькумова, Т.В. Оценка сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Агропромышленный комплекс: контуры будущего Материалы IX Международной науч.-практ. конф.. – 2018. – С. 243-248.

7. Мелькумова, Т.В. Влияние модификаторов на сохраняемость резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 1. – С. 74-79.

8. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов [и др.] – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.

**УДК 631.3.072**

## **ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МАШИН**

**Непарко Т.А., к.т.н., доцент, Журавский Е.Ю., студент**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

Для разработки таких сложных объектов, как технологии возделывания сельскохозяйственных культур, эффективность которых в

значительной степени зависит от местных условий (связь со «средой»), целесообразно применять системный подход, теорию больших (сложных) систем и системный анализ. При системном подходе технологию рассматривают как единое целое, ее элементы – как органичные составляющие этого целого, причем свойства элементов определяются общими свойствами системы [1, 2, 4, 5].

### **Основная часть**

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур включают совокупность последовательно и параллельно протекающих взаимосвязанных процессов разной природы: механизированных, биологических процессов роста и развития растений, физико-химических процессов в почве и приземном слое воздуха, экологических (климатические процессы в окружающей среде, развитие микрофлоры и фауны, включая сорные растения и вредителей), экономико-организационных (изменение затрат труда и средств, деятельность, в том числе управляющая, занятых в производственном процессе работников). Таким образом, технологию можно считать, как последовательность действующих один за другим чередующихся механизированных и естественных процессов (экономико-организационные процессы можно считать вторичными, зависящими от названных), причем функционирование каждого последующего процесса начинается после окончания предыдущего. При таком представлении технология производства сельскохозяйственной продукции может быть отнесена к классу многофазных агрегативных технических систем, состоящих, с целью упрощения математической модели системы, из кусочно-линейных комплексов. Комплексом в системном смысле является разновидность подсистем (систем), отличающаяся тем, что любой из ее элементов связан хотя бы с одним из элементов этой же подсистемы (системы). Допущение о кусочно-линейной сущности комплекса состоит в том, что его внутреннее состояние не изменяется мгновенно от начального к конечному на выходе. Это допущение совпадает с состоянием комплекса в начале и конце его действия и не мешает рассматривать его внутренние процессы как непрерывные. При этом можно выделить два вида подсистем (комплексов): структурные и функциональные. По структурному признаку технология может быть разделена по календарным периодам, причем каждая подсистема

тема представляет собой взаимосвязанную совокупность операций, выполняемых машинами, или естественных процессов в почве, растениях и приземном слое воздуха, по функциональному – на группы операций, где каждая реализует одну из главных функций технологии, направленных на конечный результат. Разделение технологии на функциональные подсистемы связано со способом возделывания культуры, в который входят: система обработки почвы, способ применения удобрений, система защиты растений картофеля от сорняков, болезней и вредителей, способ уборки урожая. Функции, выполняемые этими подсистемами, направлены на достижение главной цели технологии – получение высокой урожайности. За предел расчленения технологии, задаваемый видом конечных элементов, можно принять технологические операции, выполняемые одиночно работающими машинами и агрегатами, группами однородных машин и агрегатов (машинными отрядами), группами разнородных, но взаимосвязанных по функционированию машин и агрегатов (машинных комплексов). Это соответствует уровню организации использования техники в Республике Беларусь.

Перечень технологических операций и состав технических средств, входящих в комплекс технологии в системном ее представлении, выбирается в соответствии с наиболее эффективными рекомендациями отраслевых и зональных научных учреждений. Конкретизируя рекомендации и приближая их к местным условиям сельскохозяйственного предприятия и поля, необходимо учитывать, что даже наилучшие мероприятия не гарантируют повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции без их взаимодействия и взаимовлияния, формирования рационального комплекса машин и достижения высоких результатов ее использования. При системном подходе к формированию комплекса машин для оценки альтернативных вариантов возникает необходимость обоснования четких критериев, однозначно отражающих все многообразие требований, предъявляемых к включаемым в комплекс машин техническим средствам, их комплексам и технологии в целом. Проблема состоит в том, что каждый из частных критериев достигает своего лучшего значения при различных сочетаниях характеристик системы. Возможно также наличие противоречивых критериев, когда смена характеристик системы с целью улучшения одного из них вызывает ухудшение другого.

В общем виде математическая модель (ММ) многокритериальной задачи формирования рационального комплекса машин может быть описана выражением [3]:

$$MM = \langle n, V, U, L, H, f \rangle, \quad (1)$$

где  $n$  – тип многокритериальной задачи;

$V$  – множество вариантов оцениваемых характеристик системы;

$U$  – множество критериев, по которым оценивается система;

$L$  – шкала оценок по каждому критерию;

$H$  – система приоритетов выбора лица принимающего решение;

$f$  – правило решения, которое на множестве вариантов  $V$  задает отношение к системе приоритетов  $H$ .

Обобщенную оценку комплекса машин для возделывания сельскохозяйственных культур дает возможность производить метод многокритериального выбора агрегатов (комплексов машин, технологий) из выходного множества альтернативных вариантов. При формировании выходного множества альтернативных вариантов целесообразно применять метод Парето, который позволяет выйти на эффективную границу с использованием всех критериев по принципу доминирования, т.е. объединяет варианты, которые доминируют над остальными и не имеют доминирования над собой. Эффективные (Парето-оптимальные) варианты оцениваются вектором критериев:

$$u = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}, \quad u_i \in U, \quad i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Вариант А доминирует над вариантом В ( $A \succ B$ ), если каждый из критериев  $u^A_i$  превышает или эквивалентен соответствующим критериям  $u^B_i$  ( $u^A_i \succeq u^B_i$ ), причем хотя бы для одного из них справедливо строгое превышение ( $u^A_i \succ u^B_i$ ). Если для улучшения варианта необходимо увеличение критерия  $u_i$ , то знак доминирования ( $\succ$ ) отвечает знаку «больше» ( $u^A_i > u^B_i$ ); если улучшению варианта отвечает уменьшение количественно выраженного критерия  $u_i$ , то – знаку «меньше» ( $u^A_i < u^B_i$ ). Определение эффективной границы позволяет сократить количество вариантов и упростить их дальнейший анализ. Возможность обоснования идеала и оценку меры приближения к нему каждого из вариантов выходного множества альтернативных вариантов дает метод многокритериального выбо-

ра по интегральному критерию удаления от цели. При этом идеальный вариант характеризует такую систему, для которой каждый из критериев достигает своего потенциально возможного лучшего значения. Такие значения могут быть обоснованы теоретически или отвечать лучшим реально достигнутым величинам.

Графическая модель многокритериального выбора по удалению от цели с изображением вариантов в области критериев, представлена на рисунке. Для вариантов выходного множества альтернативных вариантов определяются критерии  $u_i$  и откладываются на радиально направленных шкалах. Шкалы строятся таким образом, чтобы улучшение критерия шло к центру (точка  $O$ ). Соединением точек на шкалах для  $j$ -го варианта получается многоугольник. На лучших значениях критериев строится многоугольник идеального варианта.

Интегральный критерий удаления от цели  $\mu_j$  можно определить как отношение площадей многоугольников

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_o}, \quad \mu \geq 1, \quad (3)$$

где  $P_j, P_o$  – соответственно площади многоугольников  $j$ -го и идеального вариантов.

Чтобы совместно рассматривать критерии, характеризующие производственные факторы с различной размерностью и диапазоном изменения, от взаиморасположения которых на площади выбора зависят значения площадей  $P_j$  и интегрального критерия удаления от цели  $\mu_j$ , необходимо преобразовать их в безразмерные величины. Достигнуть этого можно нормированием критериев  $u_{ij}$ , нормирующими делителями принимая значения критериев идеального варианта ( $u_{io}$ ), т.е.

$$u_{ij}^H = \frac{u_{ij}}{u_{io}}, \quad u_{io}^H = 1, \quad (4)$$

где  $u_{ij}^H, u_{io}^H$  – нормированные значения критериев  $j$ -го и идеального вариантов соответственно.

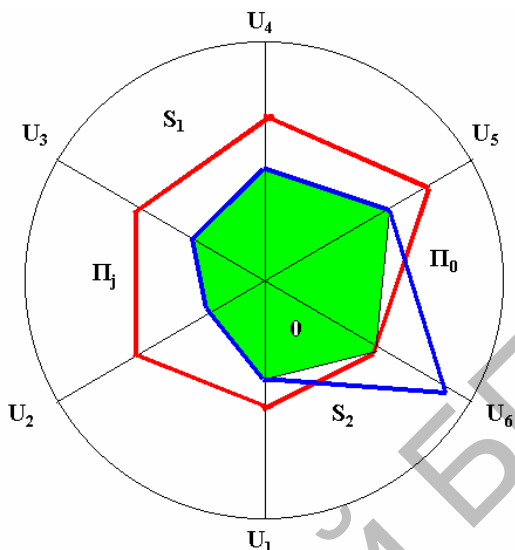


Рисунок – Графическая модель многокритериального выбора по удалению от цели с изображением вариантов в области критериев:  
 $S$  – множество вариантов оцениваемых характеристик системы;  $U$  – множество критериев, по которым оценивается система;  $\Pi$  – площади многоугольников выходного множества альтернативных вариантов (ВМА)

В этом случае интегральный критерий удаления от цели можно определить, как по формуле (3), в которой площади многоугольников выражены значениями нормированных критериев, так и через относительное удаление от цели:

$$\mu_j = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^H - \sum_{i=1}^n u_{io}^H}{u_{io}^H} = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^H}{N} - 1. \quad (5)$$

В связи с тем, что  $u_{io}^H = 1$ ,  $\sum_{i=1}^n u_{io}^H$  равна числу  $N$  критериев.

При формировании рационального комплекса машин для возделывания сельскохозяйственных культур в конкретных условиях необходимо систематизировать производственные функции в виде задач повышения эффективности ее использования и выразить их в виде целей: повышение функциональных показателей, снижение эксплуатационных затрат и повышение экологичности производст-

ва. Для производства сельскохозяйственной продукции используются практически все виды ресурсов, определяющие потенциальные возможности достижения запланированной урожайности, такие как: природные ограниченные (земля, вода, полезные ископаемые) и неограниченные или частично ограниченные (солнечная радиация, климатические факторы), трудовые, материально-технические, энергетические, финансовые, информационные, а также ресурс времени как один из важнейших факторов повышения качества работ и продуктивности производства в целом. В процессе производства должны решаться задачи обоснования рационального состава машинно-тракторного парка, проектирования рабочих зон и процессов, планирования использования техники и ее обслуживания, организации механизированных работ, повышения производительности и качества труда, совершенствования технологий и технических средств, управления производственными процессами, ресурсами и их запасами, работоспособностью техники.

### **Заключение**

Повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции обоснованием рационального комплекса машин является многоцелевой задачей, структурную модель которой можно представить в трехмерном пространстве с осями целей (С), функций (F), ресурсов (R), суть которой состоит в анализе различных комбинаций способов реализации функций, определяющих строение технической системы (морфологию).

Каждая отдельная комбинация – это определенный блок задач, для практической формулировки которых, разработки соответствующей модели принятия решений необходима конкретизация целей (критериев), функций и ресурсов до элементарного уровня, в результате чего получим совокупность задач. Анализ каждой комбинации может привести к эффективному нетрадиционному решению. Возможны комбинации, не имеющие возможности реализации или не имеющие смысла.

Таким образом, формирование рационального комплекса машин является многоцелевой задачей, требующей комплексного учета ресурсов и сочетания различных производственных функций.

### **Список использованных источников**

1. Зангиев А.А. Системный подход к решению проблемы ресурсосберегающего использования МТА // Техника в сельском хозяйстве. – 1991.– № 1.– С. 45-48.
2. Выбор рациональных машинно-тракторных агрегатов для ресурсосберегающих технологий / С.М. Довгань, М.И. Чеснок, А.А. Свирчевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989.– № 4.– С. 5-6.
3. Нагірний Ю.П.Обґрунтування інженерних рішень. – Київ. : Урожай, 1994. – 215с.
4. Шевцов В.А., Лавров А.В., Колос В.А., Зубина В.А. Зависимость показателей технической оснащенности сельскохозяйственных организаций от тракторного парка // Техническое обеспечение инновационных технологий: Сб. науч. статей. – Мн.: БГАТУ, 2016. – С.348-352.
5. Ловкис В.Б., Колос В.А. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. темат. сборник. Т.42. – Мн.: РУП «ИМСХ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2008. – С. 13-19.

**УДК 633/.635:620.3**

## **НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**М.А. Челомбитько, к.с.-х.н., доцент;**

**Н.Н. Киреенко, к.э.н, доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Беларусь*

### **Введение**

Численность населения в мире составляет около 6 млрд. человек, из которых 50 % проживает в Азии. Значительная часть населения в развивающихся странах сталкивается с ежедневным дефицитом продовольствия в результате воздействия климатических факторов на окружающую среду или политической нестабильно-