

СИСТЕМНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ КАК МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Г. Утенков, канд. техн. наук

*Федеральное государственное бюджетное учреждение Сибирское
Отделение аграрной науки, Новосибирск, Россия*

Т. Утенкова, канд. эконом. наук,

*Федеральное государственное бюджетное учреждение Сибирский НИИ
экономики сельского хозяйства, Новосибирск, Россия*

Рассмотрены различные аспекты системного подхода к проектированию машинных технологий возделывания зерновых культур. Выделен критерий экономически целесообразной урожайности с учетом реального уровня интенсивности и технического обеспечения механизированных технологий.

Ключевые слова: *системная инженерия, проектирование, машинные технологии, зерновые, уровень интенсивности, экономическая целесообразность.*

Суть проблемы. Выращивание зерновых культур в Сибирском Федеральном Округе, как и в целом по России, является ключевой отраслью сельского хозяйства. Исходя из результатов исследований СибНИИЭСХ, для условий Сибири экономически оправданная урожайность зерновых культур должна находиться на уровне 1,8 – 2,0 т/га. Однако за последнее десятилетие средняя урожайность по Новосибирской области и в целом по СФО не превышала 1,5 т/га [1]. Некоторые изменения в росте урожайности обусловлены выводом из оборота низкоплодородных почв. На показателях эффективности производства сказывается недостаточный учет почвенно-климатических особенностей, а также нехватка или избыток технических средств [2, 3]. Применение дорогостоящей зарубежной техники эффективно только при выращивании высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур [4]. Однако данные сорта относятся к интенсивным типам, а их урожайность в условиях СФО низка и нестабильна, что обусловлено вероятностным характером природно-производственных условий. Причем практика современного растениеводства пока основывается на использовании традиционных несистемных решений [5]. Особенно это проявляется, когда имеется достаточное количество земельных ресурсов. Полагают [6], что производство зерна в стране может быть увеличено за счет одновременной мобилизации как экстенсивных, так и интенсивных факторов.

Необходимы методы управления, синергетически активизирующие как техногенный, так и биогенный факторы [7]. Однако переход на соответствующие технологии пока невозможен из-за отсутствия научных основ количественного анализа эко- и агросистем в целом [5].

Анализ последних исследований и публикаций. Современное сельскохозяйственное производство может быть представлено как открытая динамическая система с вероятностным характером показателей его эффективности. Поэтому считают [7], что метод системного анализа целесообразно использовать как методологический инструмент для разработки и проектирования сложных технологических процессов, технических средств и управления качеством производства агропродукции. Данный метод не формирует модель исследуемого объекта, однако позволяет вскрыть новые ранее неизвестные факторы. Согласно [8]: «под системным подходом к исследованию объектов понимается методологическая концепция, основанная на стремлении построить целостную картину исследуемого объекта как системы, как единого цельного, целого «организма» с учетом всех важных для данного исследования составляющих объекта (его внутренних элементов как целостности), связей и взаимодействий между ними и их внешних связей с другими объектами и окружающей средой». При этом, указывая на наличие шести особенностей системного подхода, отмечается: «выявление целей исследований и определение подлежащих решению задач и проблем производится на основе анализа общей цели, исходя из общей идеи решения проблемы, когда альтернативы сравниваются в первую очередь по критерию затрат (стоимость, эффективность). Системный подход означает, что роль частного критерия взвешивается с точки зрения его влияния на поведение системы в целом. Любая система, особенно сложная, характеризуется многими свойствами, определяющими ее потребительские ценности.

При создании системного комплекса возникает новое решение с более эффективным функционированием его частей и новым качеством. Однако относительно регионального аспекта [9] отсутствует единая методология формирования целостности производства сельскохозяйственной продукции по совокупности показателей и не определяется структура вклада каждого показателя при снижении энерго- и материальных затрат. Основным недостатком теоретических подходов в проектировании состоит в рассмотрении машинной технологии не как единого целого, а как набора отдельных машин. В работе [10] показано, что применение технологий точного земледелия при использовании минеральных удобрений обеспечивает повышение урожайности на 25 –30%. Однако, согласно [11], новая система регулирующих мероприятий должна обеспечивать эффект не менее 35%. Считается, что для обеспечения эффекта инновации более 35%, решения должны относиться к задачам структурного синтеза. Данные положения слабо востребованы практикой, т.к. предлагается использование

не системы технологических знаний, а отдельных его компонентов. Без достижения экономической выгоды научные рекомендации не будут выполняться, даже если предусмотрен рост урожайности и плодородия почв. Необходимо определить место системных технологий в аграрной науке [12]. В целом, в соответствии с общей теорией систем: «...мы так и не научились толком синтезировать, обобщать, собирать целое из частей».

Сложившиеся противоречия между требуемым уровнем машинно-технологического обеспечения процессов возделывания зерновых культур с одной стороны, финансового положения, реального оснащения и возможностями его улучшения с другой стороны, указывают на наличие проблемной ситуации, заключающейся в необходимости достижения рационального соотношения между желаемыми показателями эффективности и экономической их целесообразностью, оценивающими уровень управления.

Цель исследования – разработать методические положения по повышению эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур.

Изложение основного материала исследований. Считается, что применяемые технологии определяют уровень продуктивности в растениеводстве и животноводстве, а техника является главным фактором обеспечения их качественных и экономических характеристик [12]. Механизируемая технология производства зерна, без изменения используемая многие годы, содержит в себе существенные факторы неустойчивости достигаемого результата.

В соответствии с теоретическими положениями, стратегический путь развития и модернизации в целом определяют теоремы Геделя, сущность требований которых отражена академиком А.И. Бергом: «Никакая системная задача не может быть решена без обращения к системе следующего, более высокого порядка».

Общая блок-схема (в виде черного ящика) учета основной группы факторов, определяющих эффективность использования машинных технологий, представлена на рис.1. В основе анализа сложных систем положен метод анализа иерархий, осуществляющий декомпозицию целей. Высшему уровню иерархии объектов соответствует глобальная цель, которая включает совокупность разномасштабных целей различной направленности, так называемого «дерево целей». Соответствующему дереву целей строится «дерево решений», что дает наглядное представление о возможных технических решениях и степени формализуемости, которые изложены нами в работе [15].

Нами [13,14] раскрыты три уровня морального износа техники, обоснован глобальный критерий эффективности и определены условия, обеспечивающие достижения его экстремума.

По мнению многих специалистов системной инженерии, как управление деятельностью по созданию систем любого назначения, использование

подхода полного жизненного цикла позволяет при создании сложных инженерных объектов рассматривать все системные аспекты в их полноте и взаимосвязи.

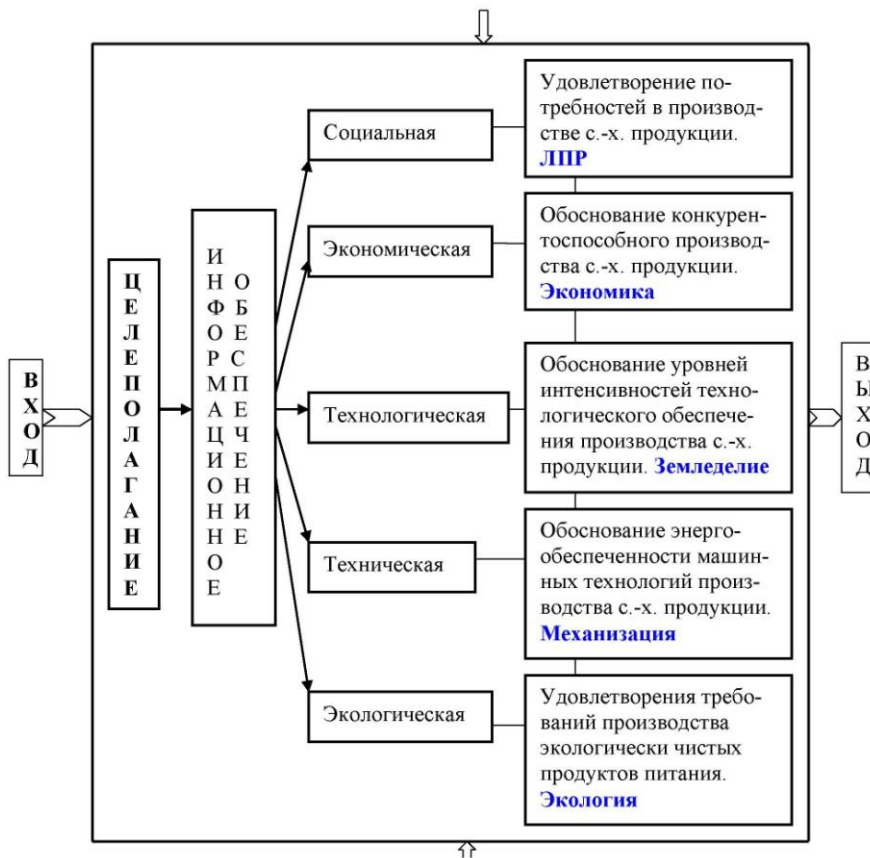


Рисунок 1 - Блок-схема учета основных факторов, определяющих эффективность использования машинных технологий ВЗК

Под жизненным циклом системы (ЖЦС) понимают развитие системы, проекта, продукции, услуги, создаваемых человеком для удовлетворения своих нужд, от возникновения замысла-идеи до прекращения существования объекта как целого. Или жизненный цикл технологии – это процесс максимизации полезности искусственного осуществления того или иного физического эффекта. На рис. 2 представлена блок-схема 3D проектирования машинных технологий с учетом жизненного цикла системы. При этом принцип трехмерного технико-технологического проектирования предполагает, что при одной целевой установке (целеполагание процессов) и

однозначности выходных характеристик, например, технологические процессы могут обеспечиваться различными технологическими операциями, которым, в свою очередь, соответствуют различные типы машин и механизмов.

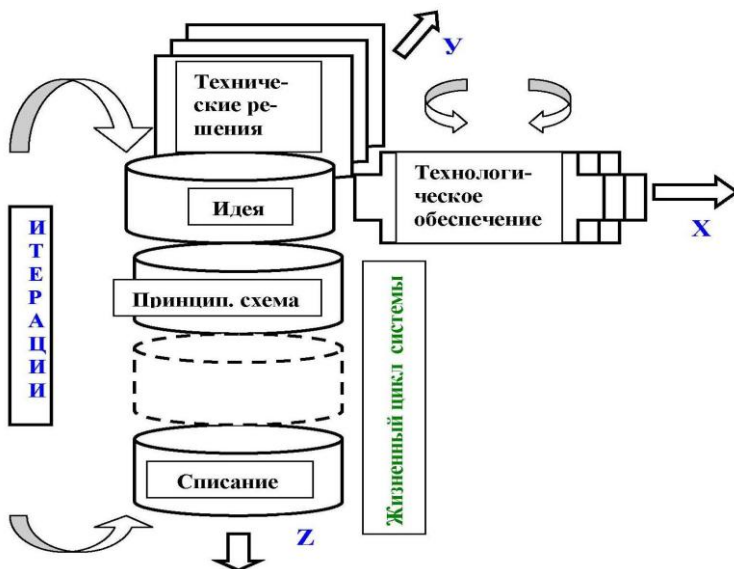


Рисунок 2 - Схема 3D проектирования машинно-технологического обеспечения возделывания зерновых культур

Блок **технического решения** включает (рис. 2): технологический комплекс машин; машинно-тракторный агрегат (адаптируемое техническое средство); комбинированное орудие; рабочий орган; технический принцип; ресурсы.

Блок **технологического обеспечения** включает (рис. 2): технологию возделывания; технологический процесс; технологическую операцию; технологический принцип; природные ресурсы.

Блок **«жизненный цикл» системы (ЖЦС)** включает (рис. 2): выработку замысла-идеи; разработку принципиальной схемы (блок-схемы системы); процесс проектирования элементов; процесс изготовления элементов; эксплуатацию системы (непосредственное применение, в т.ч. моральный или физический износ); вывод системы из эксплуатации.

В стандартах системной инженерии выделяется четыре основных принципа, лежащих в основе моделирования ЖЦС:

- в течение своей жизни система проходит через определенные стадии;
- на каждой стадии ЖЦС должны быть доступны необходимые элементы обеспечения, что гарантирует получение запланированного результата;

- переход к следующей стадии возможен только при условии полного достижения результатов, запланированных для текущей стадии.

При этом на определенных стадиях ЖЦС должны учитываться индивидуально такие атрибуты, как технологичность, удобство использования, пригодность к обслуживанию и возможность удаления отходов; они должны быть специфицированы и практически реализованы;

Теоретически известно, что жизненный цикл технических систем (технологий), как процесс развития во времени, имеет S-образный вид.

В целом, если исходить из основной идеи формирования кластера как создания научно-обоснованных и технологически реализуемых комплексных решений и коммерческих механизмов на основе управления интегрированными связями, то видится возможность в подготовке комплексных технико-технологических пакетов для выгодных инвестиционных вложений.

Выводы:

1. Преобладающие технологии, применяемые в настоящее время при производстве зерновых культур, носят экстенсивный характер.

2. Использование методов системной инженерии в проектировании машинных технологий позволяет раскрыть ранее не учитываемые факторы для обеспечения роста эффективности возделывания зерновых культур.

3. При ограниченных финансовых ресурсах применение кластерного подхода позволяет подготовить комплексные технико-технологические пакеты для выгодных инвестиционных вложений.

Литература

1. Власенко А.Н., Шоба В.Н., Шарков И.Н. Продуктивность яровой пшеницы по пару при различных технологиях в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2014. – №5. – С.26 – 28.
2. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия – неотложная задача // Экономика сел. хоз-ва России. – 2009. – №2. – С.17- 25.
3. Колодин Л.В., Сорокин П.В., Утенков Г.Л. Рациональное комплектование машинно–тракторных агрегатов для сплошной обработки почвы // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: сб. науч. докл. XVII междунар. науч – практ. конф. (г. Новосибирск, 13 ноября 2014 г.). Ч.2. / Федер. агенство науч. орг., Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. регион. отд-ние, Монгол. акад. аграр. наук, акад. с.-х. наук Респ. Казахстан, с.-х акад. Респ. Болгарии. – Новосибирск, 2014. – С.155 – 157.
4. Завора В.А. К вопросу о дифференцированной дотации растениеводства АПК с учетом его материально-технического обеспечения // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул, 2010. – Т.2. – С. 464–465.
5. Свентицкий И.И. Особенности адаптивного развития сельского хозяйства России // Аграрная наука.– 1995. – № 5. – С.32–34.

6. Алтухов А. Зерновое хозяйство России: рост без развития // Экономист.– 2009. – №4. – С.20-28.
7. Башилов А.М. Электронно-оптическое зрение в аграрном производстве (системотехника построения и применения информационных оптических технологий). – М. – 2005. – 312 с.
8. Губарев В.В. Перспективные подходы в менеджменте // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – №3. – С. 5–9.
9. Цугленок Н.В. Организация инновационных энергосберегающих технологических процессов производства продовольствия в АПК Сибири // Электроэнергетика в сел. хоз-ве: Матер. международ. науч.-практ. конф., 26-30 июня 2009 г. – Новосибирск. – 2009. – С.39 -47.
10. Якушев В.В. Информационно-технологические основы прецизионного производства растениеводческой продукции: автореф. дис. д-ра с.-х. наук.- СПб. – 2013. – 43 с.
11. Липкович Э.И. Моделирование экономики и проблемы модернизации России // Вестник аграрной науки Дона. – 2011.– №2. – С. 4–32.
12. Краснощеков Н.В. Проектирование технологий производства сельскохозяйственной продукции // Техника в сел. хоз - ве.– 2003. – №1. – С.3-7.
13. Утенков Г.Л. Стратегия формирования машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2010. – №2.– С.123–127.
14. Утенков Г.Л. Управление показателями качества в машинных технологиях возделывания зерновых культур // Пища. Экология. Качество: труды X междунар. науч. – практ. конф. (Краснообск, 1-3 июля 2013 г.)/Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. регион. отд-ние. – Новосибирск, 2013.– С. 292–296.
15. Утенков Г.Л. Концепция создания эффективных машинных технологий возделывания зерновых культур, учитывающих неоднородность состояния почвенного покрова // Экология и природопользование. –Т.3. – Избранные труды Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки. – М.: РАН, 2012. –С. 94–118.

Анотація

Розглянуто різні аспекти системного підходу до проектування машинних технологій вирощування зернових культур. Виділено критерій економічно доцільної врожайності з урахуванням реального рівня інтенсивності та технічного забезпечення механізованих технологій.

Summary

The article deals with various aspects of the system approach to machine design technologies of cultivation of crops. The criteria of cost-effective yield based on the real level of intensity and technical support mechanized technologies.