

УДК 630\*32

UDC 630\*32

**АДАПТИВНО-МОДУЛЬНЫЕ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ АГРОЛЕСОВОДСТВЕННЫХ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ****ADAPTIVE-MODULAR TECHNOLOGY AND TECHNOLOGICAL TOOLS FOR GEOGRAPHICALLY AGRICULTURAL AND SILVICULTURAL BIO-ENERGETIC SYSTEMS**

Онучин Евгений Михайлович  
к.т.н., доцент  
*Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия*

Onychin Evgeny Mihailovich  
Cand.Tech.Sci., assistant professor  
*Volga State University of Technology, Ioshkar-Ola, Russia*

В статье приводятся решения по организации ТАЛБЭК и машинно-технологического комплекса для обеспечения его функционирования. Рассмотрены подходы к формальному описанию машинно-технологических комплексов для качественного и количественного сравнения

The article presents the solutions for the TALBEK organization and the machine-processing facility for its functioning. The approaches to the formal description of the machine and technological systems for qualitative and quantitative comparison are presented

Ключевые слова: ИНТЕНСИВНОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ, АДАПТИВНОСТЬ, МОДУЛЬНОСТЬ, ЛЕСНЫЕ МАШИНЫ, ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Keywords: INTENSIVE FOREST, ADAPTABILITY, MODULARITY, FOREST EQUIPMENT, ESTIMATION OF EFFICIENCY

### ***Введение***

Характеризуя современное состояние лесной биоэнергетики, необходимо отметить, что она получила более чем серьёзное развитие в последнее десятилетие. В стране реализовано несколько крупных инвестиционных проектов по вводу в эксплуатацию производственных мощностей по выпуску пеллет. Первоначально эти проекты были ориентированы на внешний рынок, главным образом европейский, и изменения конъюнктуры на котором очень сильно влияет на благополучие этих производств. Кроме того европейский стандарт на пеллеты предъявляет к ним очень жёсткие требования, которые «автоматически» переносятся на исходное сырьё для их производства, а качественного древесного сырья для производства пеллет в отходах лесного комплекса совсем не много (только отходы деревообработки). По этой причине производители пеллет вынуждены использовать в качестве сырья и «сырой лес».

При этом нужно отметить, что практика использования в качестве, как правило, вспомогательных источников энергии древесных отходов в общем по стране широко распространена, как на лесопильных, так и на деревообрабатывающих предприятиях. Правда, зачастую, предприятия путём сжигания древесных отходов решают не проблему энергообеспечения, а проблему утилизации отходов, которая, впрочем, может быть для предприятия не менее острой.

Практика показывает очень низкую перспективность «догрузки» существующих предприятий лесного комплекса системами энергообеспечения на базе местных возобновляемых источников энергии. Эти системы на существующих предприятиях, более или менее органично включенных в систему централизованного энергообеспечения, являются объективно инородными образованиями, приносящими больше хлопот, чем пользы.

Принципиально иной может быть ситуации в территориальном биоэнергетическом комплексе, всё энергообеспечение которого построено на местных возобновляемых источниках энергии. Если в системе традиционной энергетики, основанной на ископаемом топливе объекты биоэнергетики мешают в силу того что являются инородными компонентами эффективно работать инфраструктурным элементам энергосистемы, то в территориальном биоэнергетическом комплексе вся инфраструктура ориентирована на максимально эффективное энергетическое использование биоресурсов.

В тоже время имеются результаты большого количества научных исследований, позволяющие организовать функционирование на территориальных агролесоводственных комплексов на принципиально новой технологической и технической базе [1,2].

### ***Предлагаемые решения по организации ТАЛБЭК***

Стихийный процесс продолжающийся на протяжении последних десятилетий забрасывания сельскохозяйственных земель, обработка которых в существующих условиях экономически не эффективна, вызвал природный процесс их зарастания лесами и социальный процесс запустения населённых пунктов, расположенных на этих территориях, что привело к значительному увеличению и так не малых не используемых земель и исключению этих земель из активных экономических отношений.

Перспективным направлением вовлечения таких территорий в активную экономическую жизнь может быть формирование на них территориальных агролесоводственных биоэнергетических комплексов, основным видом деятельности которых является производство энергоносителей на основе биоресурсов энергетических лесных культур. Энергетические лесные культуры представляют собой лесонасаждения искусственного происхождения, структура и параметры которых оптимизированы для получения максимального количества энергии в видах, востребованных как внутри территориального биоэнергетического комплекса, так и на внешних рынках. Примерная схема организации и функционирования территориального агролесоводственного комплекса представлена на рисунке 1.

Ресурсной базой социально-экономических отношений в таком комплексе являются энергетические лесные культуры, весь процесс создание, выращивания и заготовки которых осуществляется специализированной организацией с технико-технологическим оснащением на базе адаптивно-модульных машинно-технологических комплексов. Затем заготовленная биомасса поставляется в качестве сырья на основное и вспомогательные производства.



**Рисунок 1 – Схема территориального агролесоводственного биоэнергетического комплекса**

Основным производством в территориальном биоэнергетическом комплексе является производство энергоносителей на экспорт – обычных или термообработанных топливных гранул (простых или угольных пеллет). Главными вспомогательными производствами являются тепличное хозяйство, где выращивается посадочный материал для создания энергетических лесных культур, а также сельскохозяйственная продукция, животноводческие фермы (при наличии доступных кормовых ресурсов), жилищно-коммунальное хозяйство.

### ***Машинно-технологические комплексы ТАЛБЭК***

Хороший ретроспективный анализ лесной техники и лесозаготовительных технологий, представленный в работах [3, 4] показывает, что на современном этапе необходим «революционный перелом» традиционных подходов к проектированию как лесных машин,

так и технологических процессов лесозаготовок. Базой такой «революционной ситуации» является с одной стороны бурное развитие вычислительной техники, информатики, технической кибернетики, автоматики и робототехники, а с другой – смена приоритетов лесопользования. Эта смена на техническом уровне заключается в том, что у леса появляется один хозяин – арендатор, который обязан выполнять весь комплекс как лесозаготовительных, так и лесохозяйственных работ, полный перечень, которых переваливает за две сотни. При этом содержание гигантского парка специализированных технологических машин никогда не будет экономически эффективно. При интенсивном ведении лесного хозяйства ситуации ещё более усугубляется тем, что лесосечные работы нужно вести в насаждениях разного возраста, с разной густотой и размерами деревьев, с различной интенсивностью рубки.

Обращаясь к работам [3, 4] можно проследить, как менялись со временем задачи, решаемые конструкторами при проектировании лесных машин. Изначально решалась задача повышения производительности труда рабочих на лесозаготовках путём механизации наиболее тяжёлых технологических операций. На следующем этапе осуществлялся переход к комплексной механизации лесозаготовок, полному исключению ручного труда, улучшению условий работы операторов лесных машин, с сопутствующим повышением их функциональности, надёжности и экономичности. Сейчас эти задачи мировым лесным машиностроением в целом решены, и дальнейшее развитие основывается на применении информационных технологий как в управлении лесозаготовительным процессом, так и в технической эксплуатации лесных машин. Сложившаяся ситуация во многом свидетельствует, что в лесном машиностроении назрела необходимость поиска принципиально новых решений, о чём в частности свидетельствует разработки по направлению шагающих лесных машин.

Одним из перспективных направлений поискового конструирования лесных машин, выводящим их на качественно новый уровень, является придание им модульных и адаптивных свойств. Возможности модульного подхода к проектированию лесосечных машин исследованы в работах [5–7], однако их авторы не выходили за пределы лесозаготовительного процесса, при этом включение в модульные структуры технологических модулей для выполнения всего комплекса лесосечных и лесохозяйственных работ позволит существенно повысить результативность модульного подхода в проектировании лесных машинно-технологических комплексов [8, 2].

Свойство адаптивности для лесной техники является относительно новым. Традиционно это понятие используется в теории автоматического управления, где под адаптивностью систем автоматического управления понимается их способность изменять свои параметры и даже структуру при изменении условий функционирования. Но ведь именно лесные машины эксплуатируются в постоянно изменяющихся природно-производственных условиях и это свойство должно стать базовым для их выхода на качественно новый уровень. Уже современные многооперационные лесозаготовительные машины, такие как харвестеры и форвардеры, имеют более двухсот встроенных конструктивных настроек, изменение которых в процессе эксплуатации под конкретные условия и оператора (адаптация) позволяет по данным John Deere на 15...20% повысить их производительность при одновременной 5...8% экономии топлива.

***Подходы к формальному описанию машинно-технологических комплексов для качественного и количественного сравнения***

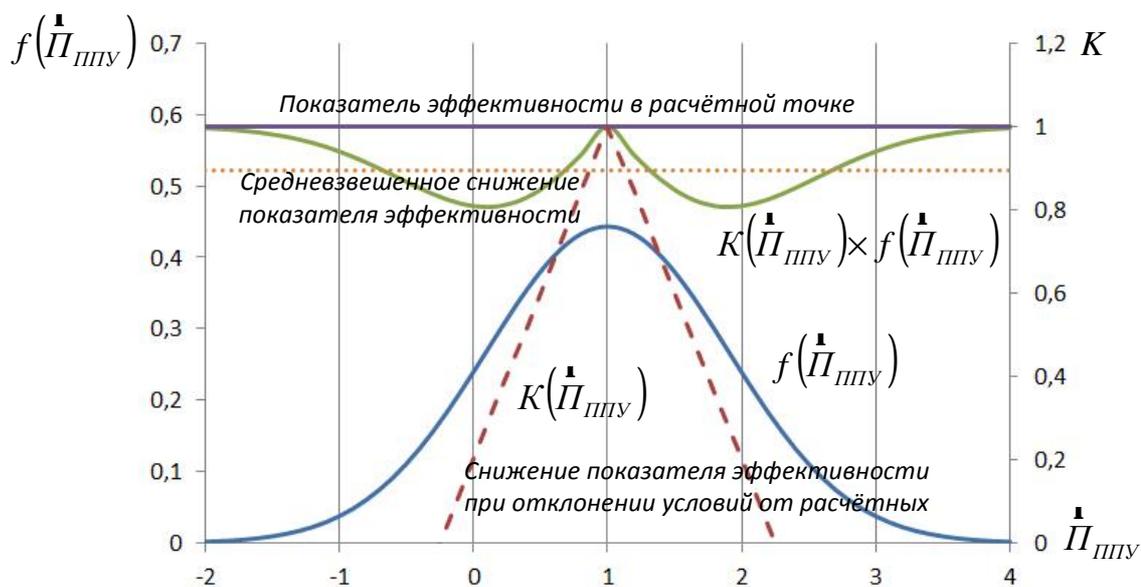
Таким образом, эффективный адаптивно-модульный машинно-технологический комплекс для интенсивного лесопользования должен

включать тягово-энергетические и технологические модули для выполнения комплекса лесосечных работ при рубках ухода и несплошных рубках леса, а также комплекса работ по лесовосстановлению и лесозащите в различных природно-производственных условиях, варьирующихся от сухих боров до сырых ельников.

Эффективность свойства адаптивности в общетеоретическом плане может быть определена исходя из следующей абстрактно-идеальной модели. В общем случае эффективность оценивается некоторым критерием  $K$ , который может быть как скалярным, так и векторным. Критерий  $K$ , применительно к машинно-технологическим комплексам для лесосечных и лесовосстановительных работ, является функцией вектора конструктивно-технологических параметров самого комплекса  $\overset{\bullet}{\Pi}_{KT}$  и вектора параметров природно-производственных условий его эксплуатации  $\overset{\bullet}{\Pi}_{ППУ}$ , таким образом  $K = F(\overset{\bullet}{\Pi}_{KT}, \overset{\bullet}{\Pi}_{ППУ})$ , при этом естественной задачей проектирования является найти такой вектор  $\overset{\bullet}{\Pi}_{KT}$ , при котором  $K \rightarrow \max$ .

Как уже было отмечено, существенной особенностью лесосечно-лесовосстановительных работ является то, что вектор  $\overset{\bullet}{\Pi}_{ППУ}$  является случайным вектором, большинство компонент которого являются случайными величинами. Современный подход к проектированию лесной техники предполагает обоснование расчётных значений компонент этого вектора либо как средних, либо как максимальных значений соответствующих случайных величин, с последующей оптимизацией вектора  $\overset{\bullet}{\Pi}_{KT}$  [6]. Естественным следствием такого подхода является то, что расчётная эффективность лесных машин не достигается в практике их эксплуатации в силу того, что реальные условия их работы отличаются от

расчётных (рис. 2). В идеальном случае свойство адаптивности позволяет для каждого реализованного сочетания параметров природно-производственных условий (значения вектора  $\vec{\Pi}_{ППУ}$ ) произвести оптимизацию вектора  $\vec{\Pi}_{КТ}$ , что позволяет достичь максимума критерия  $K$  не только для расчётных условий, а во всём диапазоне варьирования вектора  $\vec{\Pi}_{ППУ}$ .



**Рисунок 2 – Схема изменения эффективности машинно-технологического комплекса при случайном варьировании вектора  $\vec{\Pi}_{ППУ}$**

Количественная оценка уровня повышения эффективности при наличии свойств адаптивности в первом приближении может быть получена исходя из следующих допущений:

1) эффективность машины с постоянным вектором  $\vec{\Pi}_{КТ}$  уменьшается пропорционально модулю коэффициента вариации с коэффициентом  $k_{нэ}$ , эффективность машины с адаптивным вектором  $\vec{\Pi}_{КТ}$  остаётся постоянной (рис. 1);

2) составляющие вектора  $\vec{\Pi}_{ППУ}$  имеют нормальный закон распределения.

### **Выводы**

1. Предложенная концепция формирования территориальных агролесоводственных биоэнергетических комплексов базируется на современных тенденциях развития малой энергетики, основанной на местных возобновляемых источниках энергии, использовании самых современных технико-технологических средств и обеспечивает вовлечение в активную экономическую деятельность малопродуктивных земель.

2. Техничко-технологический аспект интенсивного лесопользования предполагает значительное увеличение перечня выполняемых в лесу операций, при этом наиболее перспективным направлением их эффективного машинного обеспечения являются адаптивно-модульные машинно-технологические комплексы, предложенные подходы к формальному описанию идеальных моделей позволяют выполнить её количественную оценку эффективности адаптивных и модульных свойств для конкретного перечня лесосечных и лесовосстановительных работ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по государственному контракту № 16.515.11.5053 в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы».*

### **Библиографический список**

1. Сидыганов, Ю. Н. Математическое моделирование процессов автономного энергообеспечения тепличного комплекса на базе местных возобновляемых источников энергии [Текст] / Ю. Н. Сидыганов, Е. М. Онучин, Д. Н. Шамшуров и др. // Международный научный журнал. – 2011. – № 5. – С. 92–97.

2. Сидыганов, Ю.Н. Модульные машины для рубок ухода и лесовосстановления: монография [Текст] / Ю. Н. Сидыганов, Е. М. Онучин, Д. М. Ласточкин. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 336 с.

3. Александров, В. А. Механизация лесосечных работ в России [Текст / В.А.Александров. – СПб.: СПбЛТА, 2000. – 208 с.

4. Жаденов, В. С. Технология и оборудование лесозаготовок (этапы развития): Учебное пособие [Текст] / В.С. Жаденов, А.Н. Заикин, Ю.В. Шелгунов. – Брянск: БГИТА, 2002. – 592 с.

5. Анисимов, Г. М. Модульная система для гибкого лесозаготовительного производства [Текст] / Г.М.Анисимов, В.Н.Меньшиков, В.В.Акимов // Обоснование параметров и технических решений машин и оборудования лесной промышленности и лесного хозяйства: Межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1988. – С. 9–13.

6. Жуков, А. В. Теория лесных машин [Текст] / А.В.Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.

7. Семёнов, М. Ф. Эффективность функционирования лесосечных модульных машин [Текст] / М. Ф. Семёнов. – СПб.: СПбЛТА, 1996. – 222 с.

8. Онучин, Е. М. Адаптивно-модульные технические средства для лесного комплекса [Текст] / Е. М. Онучин, В. А. Грязин // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование [Текст]. – 2011. – № 3. – С. 45–49.