

УДК 574.36

UDC 574.36

**ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ  
ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ  
АГРОЛЕСОВОДСТВЕННЫХ  
БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

**APPROACHES TO THE MODELING OF  
TERRITORIAL AGRO-SILVICULTURAL BIO-  
ENERGETIC SYSTEMS**

Романов Евгений Михайлович  
д.с.-х.н., профессор

Romanov Evgeniy Mikhailovich  
Dr.Sci.Agr., professor

Онучин Евгений Михайлович  
к.т.н., доцент

Onychin Evgeniy Mikhailovich  
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Семенов Константин Денисович  
студент  
*Поволжский государственный технологический  
университет, Йошкар-Ола, Россия*

Konstantin Semenov Denisovich  
student  
*Volga State University of Technology, Ioshkar-Ola,  
Russia*

В статье рассматриваются подходы к моделированию территориальных агролесоводственных биоэнергетических комплексов. Приводится анализ биоэнергетических комплексов

The article discusses the approaches to the modeling of regional agricultural and silvicultural bio-energy systems. It also provides the analysis of bio-energy systems

Ключевые слова: ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АГРОЛЕСОВОДСТВЕННЫЙ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Keywords: REGIONAL AGRICULTURAL AND SILVICULTURAL BIOENERGY SYSTEM

***Введение***

Всестороннее и многоплановое развитие энергетики, основанной на возобновляемых источниках энергии, является приоритетным направлением технологического и социально-экономического развития России. Роль лесной биоэнергетики, основанной на энергетическом использовании биомассы древесных растений, в контексте решения данной задачи для условий нашей страны невозможно переоценить. В глобальном мире конкурентоспособность страны полностью зависит от того, насколько эффективно будут использованы все имеющиеся в её распоряжении природные ресурсы. Одним из важнейших природных ресурсов России является её территория. Однако географическое положение накладывает весьма жёсткие ограничения на хозяйственное использование подавляющего большинства природных территорий. Современное конкурентоспособное сельское хозяйство практически невозможно на огромных территориях зоны рискованного земледелия, что привело к

забрасыванию этих земель. Однако, несмотря на их относительно низкую биопродуктивность на заброшенных сельскохозяйственных землях в зоне хвойно-широколиственных лесов сразу же начался процесс формирования лесов, и за последние 15...20 лет сформировались устойчивые лесные массивы молодняков с запасом биомассы. С хозяйственной точки зрения на выращивание этой биомассы не было совершено никаких затрат и она в полной мере может быть отнесена к природным ресурсам, а именно к возобновляемым источникам энергии. Данный природный процесс более чем целесообразно положить в основу модели экономической деятельности на этих территориях, основанной на производстве энергии из биомассы.

Для максимально эффективного использования территорий зоны хвойно-широколиственных лесов для выращивания энергетической биомассы, необходим достаточно обширный комплекс научно-обоснованных рекомендаций, связанных со структурно-организационной, лесоводственно-экологической, технико-технологической составляющими данного процесса и касающихся всех его стадий, начиная от выращивания посадочного материала для создания энергетических лесных культур или плантаций и завершая с последующими работами по их формированию, заготовке и первичной переработке биомассы и завершая процессами генерации, распределения и транспортировки тепловой и электрической энергии как для внутреннего потребления так и для сторонних потребителей.

Имеющиеся научные исследования [1-5], несмотря на то, что во многом являются отрывочными и мозаичными в плане решения обозначенной задачи, тем не менее, представляют собой значительный задел, позволяющий на базе их обобщения и развития выйти на качественно новый результат, обеспечивающий существенные конкурентные преимущества ведению хозяйства на данных территориях.

Новизна научных исследований с целью разработки организационно-технологических и технических основ территориальных биоэнергетических комплексов по выращиванию, заготовке и переработке энергетической биомассы древесных растений определяется на лесоводственно-экологическом и технико-технологическом уровнях.

### ***Объект и предмет исследования***

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 создания, 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. Основным производством в территориальном биоэнергетическом комплексе является производство энергоносителей (топлива) 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 и предприятия технического сервиса.



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

Таким образом, объектом исследования является территориальный агролесоводственный биоэнергетический комплекс.

Предметом исследования является изучение качественных и количественных зависимостей между параметрами ТАЛБЭК и показателями эффективности их функционирования в различных географических (природно-климатических и ландшафтных) условиях.

### ***Методология моделирования***

Обозначенный предмет исследования, а также важнейшие свойства объекта исследования во многом определяют и саму методологию

исследования. ТАЛБЭК представляет собой сложную систему, включающую в себя географические, биологические, технико-технологические и энергетические составляющие. Кроме того практически все существенные параметры территориального комплекса представляют собой либо случайные величины, либо случайные процессы, соответственно моделирование комплекса предполагает прежде всего работу с величинами, имеющими вероятностный характер. В силу сложности и многоплановости объекта исследований аналитические методы в чистом виде, такие как теория вероятностей, теория случайных процессов или теория массового обслуживания, несмотря на то, что они находят достаточно широкое применение при моделировании биологических, технико-технологических и энергетических систем, в том числе и в лесном комплексе, для решения поставленной задачи будут не достаточно эффективны, так как предполагают слишком сильную идеализацию объекта исследования. Более продуктивными в рассматриваемом аспекте являются методы имитационного моделирования, использование которых при описании и исследовании биотехнических систем лесного комплекса значительно расширяется в последнее время, что в значительной степени обусловлено ростом вычислительной мощности компьютеров и появлением соответствующего программного обеспечения.

Для обоснования вида имитационной модели на предварительной стадии исследования была выполнена декомпозиция объекта исследования и проведены его анализы с использованием следующих подходов:

структурного-компонентного (Рис. 2) – в процессе данного анализа были выделены основные структурные компоненты ТАЛБЭК и выявлен характер материальных, энергетических и информационных взаимодействий между ними;

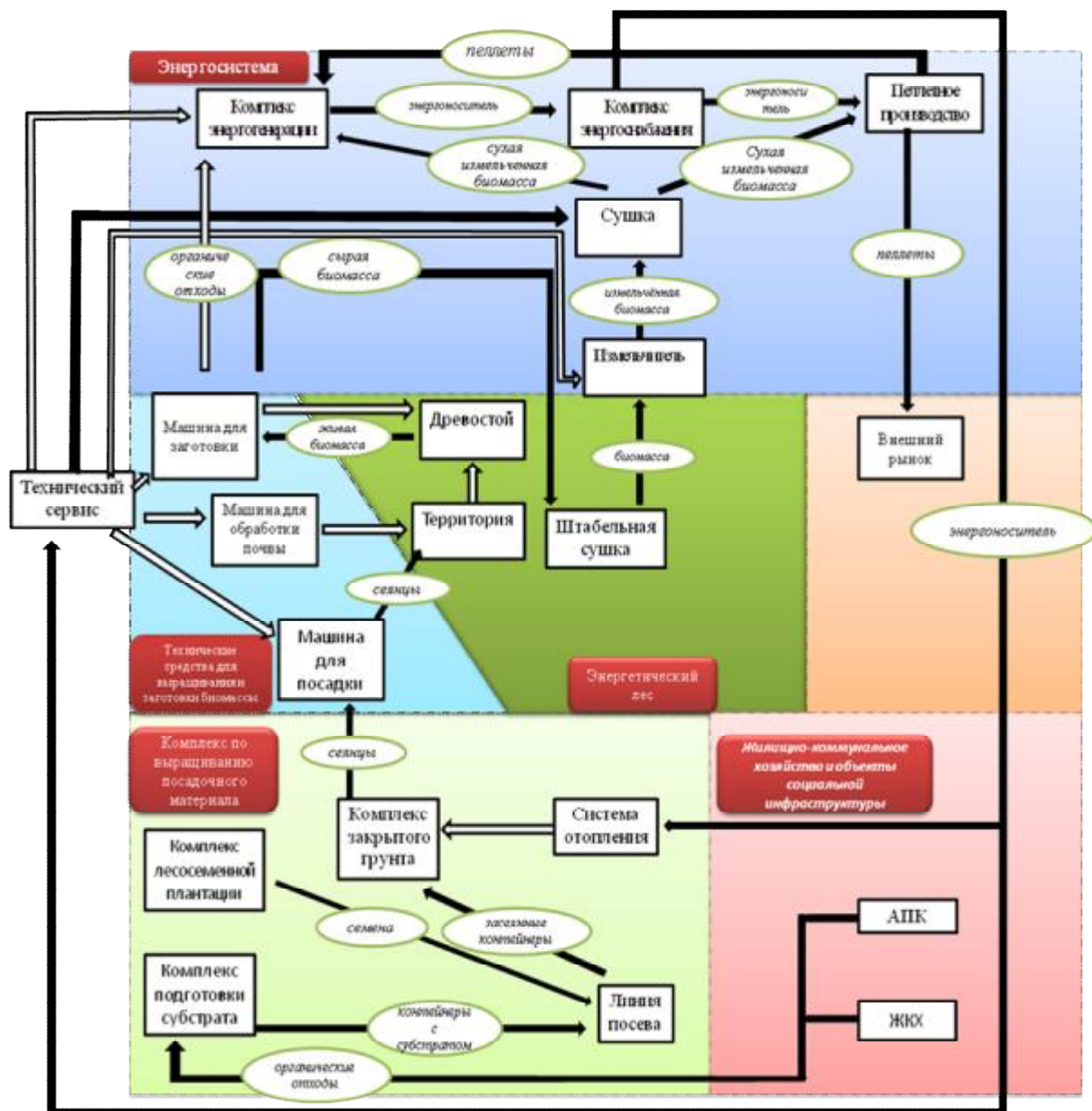


Рисунок 2 – Структурно-компонентный анализ ТАЛБЭЖ

функционального (Рис. 3) – при данном подходе были выделены основные функции, реализуемые компонентами ТАЛБЭЖ;

по предметам труда – в ходе этого анализа было дано описание предметов труда и их трансформаций при функционировании ТАЛБЭЖ;

энергетического – в данном анализе было выполнено описание энергетических потоков (по виду и направлению) при функционировании ТАЛБЭЖ.



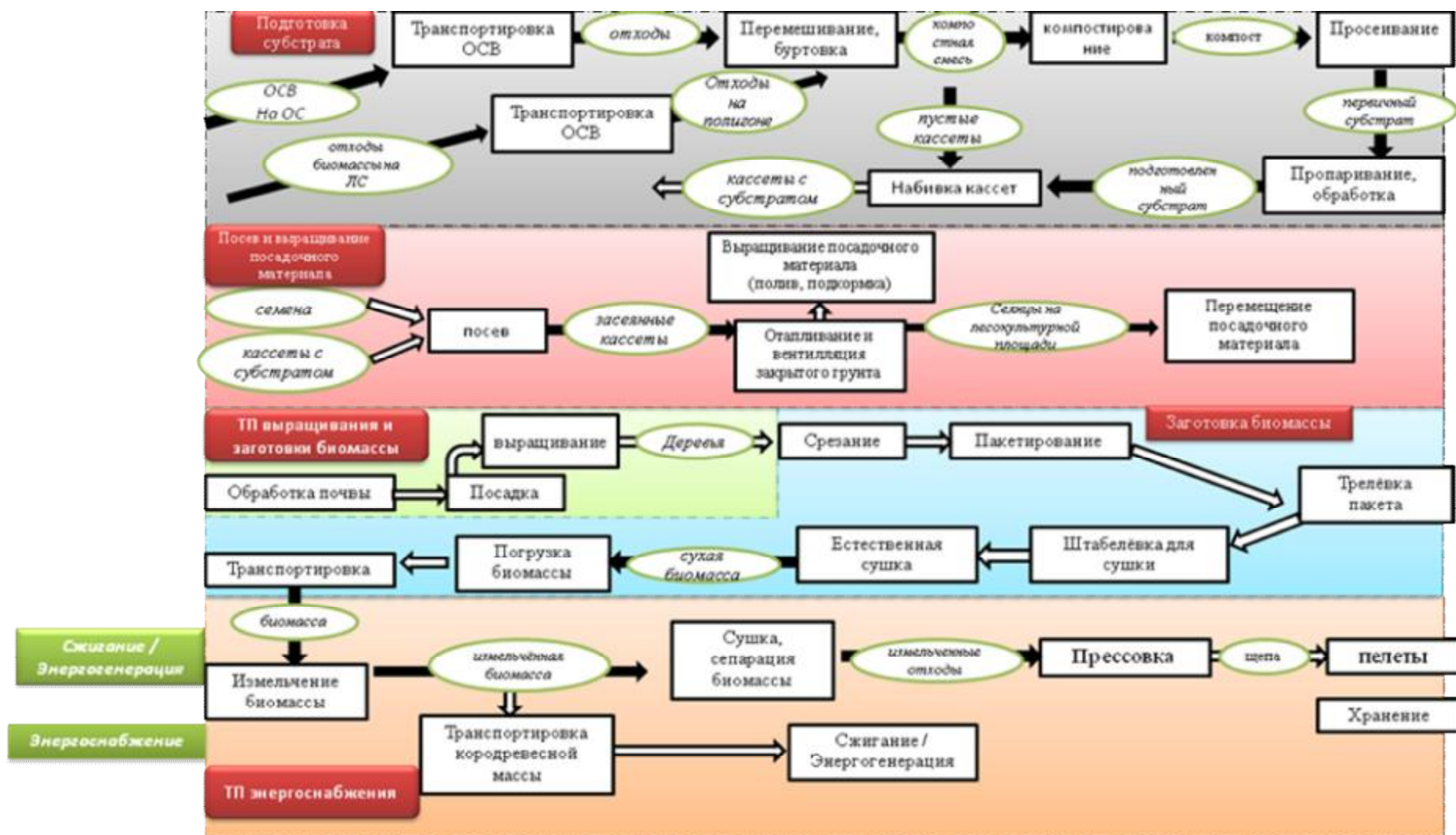


Рисунок 3 – Функциональный анализ ТАЛБЭК

### ***Общая схема моделирования***

Основываясь на результатах анализа компонентов ТАЛБЭК, была разработана схема моделирования. С точки зрения иерархии модель включает три уровня моделируемых процессов:

уровень процессов внешней среды, влияющих на функционирование ТАЛБЭК – на этом уровне моделируются главным образом погодноклиматические условия функционирования ТАЛБЭК и некоторые другие процессы, влияющие на все составляющие комплекса;

уровень автономных процессов внутри комплекса – на этом уровне моделируются процессы функционирования компонентов ТАЛБЭК напрямую не связанных с лесотехническими процессами выращивания, заготовки и переработки топливной биомассы, однако необходимые для обеспечения полноценного функционирования комплекса (энергопотребление социальной инфраструктуры, предприятий технического сервиса и других вспомогательных производств);

уровень процессов, непосредственно связанных с выращиванием, заготовкой и переработкой топливной биомассы.

Модели первого уровня представляют собой входные сигналы, воздействующие на компоненты ТАЛБЭК без какой либо обратной связи. Моделирование процессов второго уровня возможно по принципу «чёрного» ящика, на основе статистических регрессионных моделей, без анализа их внутренней структуры. То есть модели первых двух уровней по существу описывают условия функционирования ТАЛБЭК как инвариантные к его структуре и параметрам (первый уровень), так и зависимые от характеристик комплекса (второй уровень). Модели процессов третьего уровня должны отображать процессы выращивания, заготовки и переработки топливной биомассы с разрешением, достаточным для решения задач как структурного, так и параметрического



синтеза технических систем и технологических процессов функционирования комплекса. В силу природы объекта исследования процессы третьего уровня имеют характер лесоводственно-экологических, технологических и технических, в том числе энергетических, что обуславливает наличие в модели отдельных блоков, в которых соответственно моделируются процессы роста энергетических лесных культур и плантаций, процессы выполнения технологических воздействий на них, процессы первичной обработки биомассы, генерации и распределений энергии. Отдельный блок моделирует рабочие процессы, связанные с выращиванием посадочного материала для создания энергетических лесных культур и плантаций в тепличных комплексах.

### ***Вывод***

1. Для максимально эффективного использования территорий зоны хвойно-широколиственных лесов для выращивания энергетической биомассы необходим достаточно обширный комплекс научно-обоснованных рекомендаций, связанных со структурно-организационной, лесоводственно-экологической, технико-технологической составляющими данного процесса и касающихся всех его стадий, начиная от выращивания посадочного материала для создания энергетических лесных культур или плантаций и завершая с последующими работами по их формированию, заготовке и первичной переработке биомассы и завершая процессами генерации, распределения и транспортировки тепловой и электрической энергии как для внутреннего потребления так и для сторонних потребителей.

2. В статье определены объект и предмет исследований, выбрана методология моделирования, проведены структурно-компонентный анализ, функциональный, предметный и энергетический анализ.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Соглашение № 14.В37.21.0301).

### **Библиографический список**

1. Жуков, А.В. Теория лесных машин / А.В.Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.
2. Ширнин, Ю.А. Процессы комплексного освоения участков лесного фонда при малообъемных лесозаготовках: Научное издание / Ю.А.Ширнин, К.П.Рукомойников, Е.М.Онучин; Под ред. Ю.А.Ширнина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 196 с.
3. Сидыганов, Ю.Н. Модульные машины для рубок ухода и лесовосстановления: монография / Ю.Н.Сидыганов, Е.М.Онучин, Д.М.Ласточкин. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 336 с.
4. Александров, В.А. Механизация лесосечных работ в России / В.А.Александров. – СПб.: СПбЛТА, 2000. – 208 с.
5. Александров, В.А. Модифицированные сельскохозяйственные тракторы для лесозаготовок / В.А.Александров, Н.А.Гуцелюк, С.Ф.Козьмин. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1986. – 24 с.