

## АРХИТЕКТУРА МОДЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА<sup>1</sup>



ДИАНОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ  
Вологодский государственный университет  
Россия, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, д. 15  
E-mail: dianov.sv@mail.ru

*Лес является одним из основных богатств нашей страны. Он имеет огромное экономическое, социальное и культурное значение. При этом следует констатировать, что его потенциал используется на сегодняшний момент недостаточно. У лесного комплекса Российской Федерации имеются гораздо большие перспективы использования в реализации различных интересов как государства, так и населения. Это понимается на государственном уровне, следствием чего является проведение работ по совершенствованию законодательства, привлечению инвестиций в лесопромышленный комплекс, развитию лесной инфраструктуры, сохранению и восстановлению лесной экосистемы, совершенствованию системы управления лесным комплексом. Все это, как правило, согласуется с результатами современных научных изысканий в данной области. Однако поскольку лесной комплекс является многоаспектной системой, большой проблемой остается невозможность заранее оценить все вероятные последствия принимаемых решений. Поэтому особую актуальность приобретают модели лесного комплекса, использование которых может позволить апробировать вырабатываемые механизмы управления и тем самым представить их эффективность, а значит, и целесообразность практической реализации. При построении моделей сложных открытых систем особое значение имеет их общая архитектура, так как она позволяет, с одной стороны, очертить границы модели, а с другой – определить наиболее оптимальную ее структуру. Основной целью статьи является исследование подходов к формированию архитектуры модели регионального лесного комплекса, предназначенной для комплексной оценки его развития с учетом вносимых управляющих воздействий. В статье проанализированы некоторые из существующих подходов к структурной формализации предметной области функционирования*

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-06-00514 А).

лесного комплекса, а также рассмотрены особенности подобных систем. Определены требования к модели регионального лесного комплекса, в соответствии с которыми представлен авторский взгляд на построение ее архитектуры. Рассмотрены отдельные аспекты реализации ее элементов. Отличительной особенностью разработанной архитектуры является то, что при ее формировании использовались комплексный, системный, экосистемный и институциональный подходы. Это позволяет сформировать на ее основе модель, наиболее приближенную к реальной системе лесного комплекса. Кроме того, разработка архитектуры осуществлялась с прицелом на практическую реализацию. В дальнейшем предполагается использовать результаты исследования для реализации агент-ориентированной модели регионального лесного комплекса в виде компьютерной системы.

*Региональный лесной комплекс, перспективный анализ, прогноз развития, система управления, архитектура модели.*

Леса являются одним из главных богатств Российской Федерации. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, по площади лесов (814,9 км<sup>2</sup>) Россия занимает первое место в мире; леса занимают более 52% территории страны (данные 2015 г.)<sup>2</sup>. Однако на сегодняшний день существуют проблемы как объективного, так и субъективного характера, которые не позволяют реализовать имеющийся потенциал лесного сектора. К одной из существенных относится проблема перспективного анализа и планирования развития лесопромышленного комплекса на государственном уровне.

Важность данной задачи подчеркивается в инициативах проекта «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года», где в рамках совершенствования системы управления лесами определена необходимость развития системы стратегического и текущего лесного планирования разных уровней [1]. Суть ее сводится к обеспечению возможности заранее оценивать адекватность, актуальность и эффективность принимаемых управленческих решений. Для реализации такой возможности необходимо иметь комплексные модели лесной

отрасли на различных уровнях государственного управления.

На текущий момент времени не существует моделей, способных удовлетворять требованиям комплексности. Разработанные модели, как правило, затрагивают лишь отдельные элементы лесного хозяйства, такие, например, как лесные пожары, борьба с лесными вредителями, модели отдельных лесопромышленных предприятий и т. п. (примеры подобных моделей представлены в работах [2–9]). Связано это, прежде всего с тем, что лесной комплекс является сложной системой, состоящей из большого количества взаимодействующих элементов, имеющих различную природу и собственное поведение. В работе [10] отмечаются следующие признаки лесопромышленного комплекса как экономической системы:

- изменчивость отдельных параметров системы и стохастичность ее поведения;
- способность изменять свою структуру, сохраняя целостность, и формировать варианты поведения;
- уникальность и непредсказуемость поведения системы в конкретных условиях и наличие у нее предельных возможностей, определяемых имеющимися ресурсами;
- способность противостоять энтропийным тенденциям, обусловленная тем, что в системах с элементами, стимулиру-

<sup>2</sup> <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/explore-data/flude/en>

ющими обмен материальными, энергетическими и информационными продуктами со средой, не выполняется закономерность возрастания энтропии, а также наблюдаются самоорганизация, развитие;

- способность адаптироваться к изменяющимся условиям;
- способность и стремление к целеобразованию;
- ограниченность формализованного описания.

На основе вышесказанного архитектуралесного комплекса может представляться множеством различных взаимодействующих систем. Варианты формализации систем лесного комплекса представлены в работах [10–13].

В работе [10] лесопромышленный комплекс (ЛПК) определяется как система предприятий лесной промышленности и связанных с ними части государственного аппарата, науки и предприятий других отраслей промышленности, обеспечивающих его функционирование. В соответствии с определением выделяются следующие элементы:

1) отдельные предприятия-производители лесопродукции или их объединения, связанные между собой информационными, материальными и энергетическими потоками;

2) обеспечивающие предприятия, которые предоставляют товары и услуги, жизненно важные для функционирования ЛПК (оборудование, энергия, транспортные услуги и т. п.);

3) управляющие органы, осуществляющие регулирование развития ЛПК, формирующие его инвестиционный и предпринимательский климат.

При этом в качестве экономических интересов для управляющих органов определено получение налоговых доходов, а для бизнес-сообщества, лесозаготовительного, лесобрабатывающего и лесоперерабатывающего секторов – привлечение инве-

стиций в ЛПК, обеспечение расширенного воспроизводства и получение прибыли от реализации лесопродукции.

В работе [11] предложена вербальная модель лесного комплекса региона как природно-экономической системы (рис. 1), которая базируется на предложенных А.С. Шейнгаузом функциональной модели лесопользования и классификации лесных функций на классы: социальные, сырьевые, хозяйственно-экологические, ландшафто-стабилизирующие.

Базовой подсистемой предлагаемой модели является лес, который представляется как совокупность лесной среды и лесных ресурсов.

Основным принципом формирования архитектуры системы является разделение ее на три блока по функциональному принципу, связанному с использованием лесом. Выделено три типа пользования: социальное, экологическое и сырьевое. Социальное и экологическое пользования отнесены к сфере общественного потребления, а сырьевое – к сфере частного потребления. Частное потребление формирует лесопромышленный комплекс, состоящий из трех последовательных переделов лесного сырья: лесозаготовительное производство, физическое преобразование сырья и химическое (термохимическое) преобразование сырья.

Для каждого блока определяются субъекты пользования. К таким субъектам автор относит государство в лице федеральных и региональных органов власти, органы местного самоуправления, лесной бизнес, население, общественные организации. Отдельно выделяются субъекты, относящиеся к лесному бизнесу. Их обозначают как экономических агентов – лесопользователей. В работе определено 11 типов лесопользователей по виду выполняемой ими деятельности:

- комплексная деятельность, включая ведение лесного хозяйства, заготовку дре-

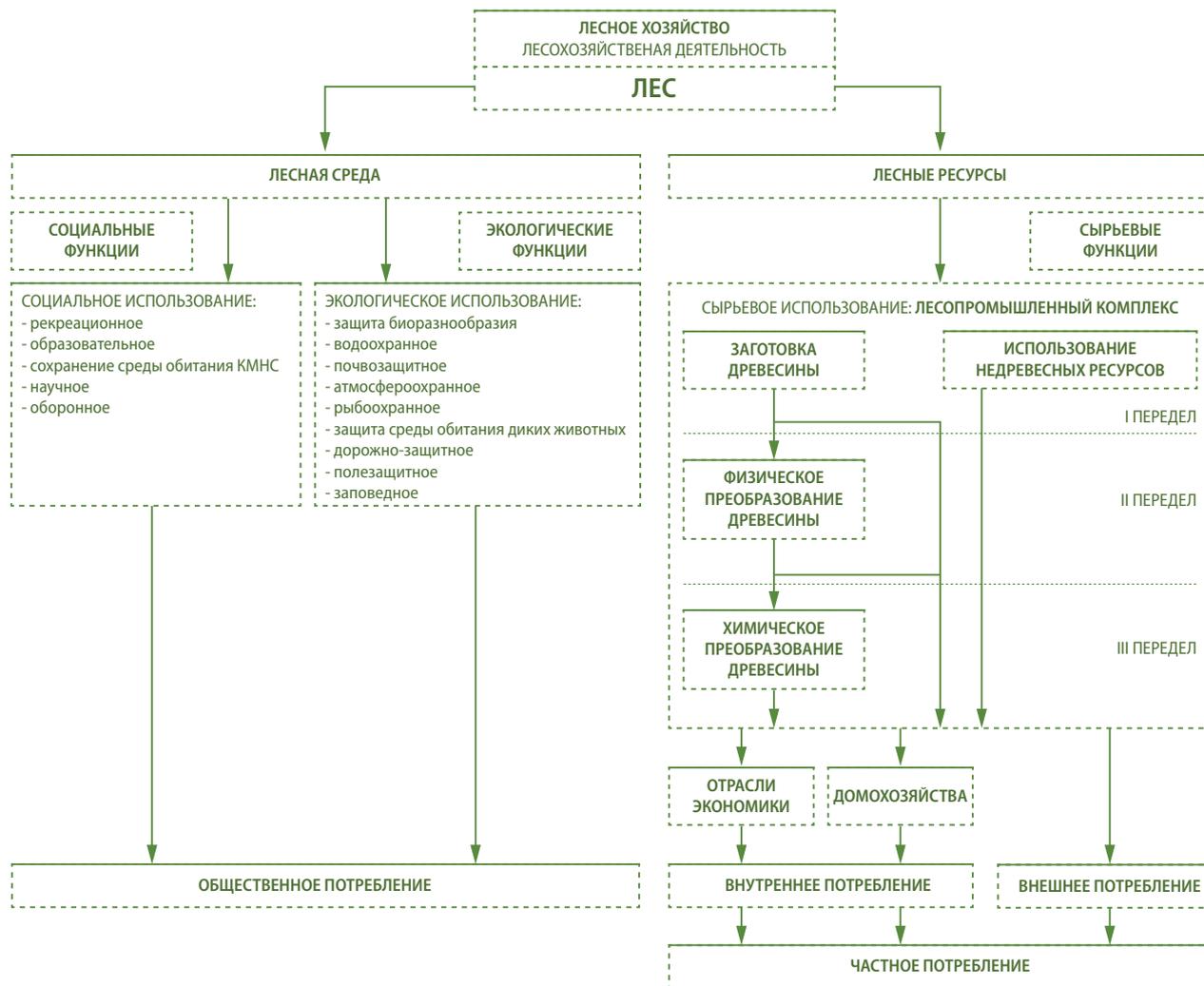


Рис. 1. Лесной комплекс как природно-экономическая система

Источник: Антонова Н. Е. Региональные реакции на трансформацию лесной политики: на примере лесного комплекса Дальнего Востока : автореферат дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05. – Хабаровск, 2010. – 45 с.

весины и недревесных ресурсов, механическую обработку и глубокую переработку ресурсов;

- ведение лесного хозяйства, заготовка древесины и недревесных ресурсов, механическая обработка древесины;

- ведение лесного хозяйства и лесозаготовок;

- ведение лесного хозяйства;

- заготовка древесины, ее механическая обработка и глубокая переработка;

- заготовка и глубокая переработка древесины;

- заготовка и механическая обработка древесины;

- механическая обработка и глубокая переработка древесины;

- глубокая переработка;

- механическая обработка древесины;

- только лесозаготовка.

Основное назначение представленной модели – определение производственно-экономической структуры лесного комплекса, способной удовлетворять потребности современного общества, и последующая разработка инструментов лесной политики для воздействия на те типы лесопользователей, деятельность которых обеспечит формирование желаемой структуры лесного комплекса.

В работах [12; 13] в структуре существующих региональных лесопромышленных комплексов выделяются следующие группы организаций:

1) предприятия различных этапов технологической цепочки производства и переработки лесных ресурсов, в состав которой входят лесоводческие, лесозаготовительные, лесопильные, деревообрабатывающие, целлюлозно-бумажные, лесохимические производства;

2) организации производственной, социальной, институциональной и рыночной инфраструктуры, обеспечивающие функционирование и развитие основных технологических лесопромышленных предприятий;

3) предприятия материально-технического снабжения регионального лесопромышленного комплекса;

4) научно-исследовательские структуры и образовательные организации, осуществляющие подготовку трудовых ресурсов для регионального лесопромышленного комплекса;

5) организации, осуществляющие поставку средств производства (лесозаготовительного, лесопильного, деревообрабатывающего, химического, противопожарного и иного оборудования) основным производственным лесопромышленным предприятиям.

Субъекты лесопромышленного комплекса объединяются в три крупных блока на основе их участия в непосредственном управлении и использовании лесных ресурсов (рис. 2).

Интересным с точки зрения построения архитектуры модели ЛПК является предлагаемая авторами схема кластерного подхода к развитию регионального лесного комплекса (рис. 3).

Ядром модели лесопромышленного кластера региона являются предприятия, занимающиеся заготовкой древесины, производством пиломатериалов и дере-

вянной тары, производством целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона, производством фанеры и древесных плит, производством деревянных строительных деталей, производством бумажной и картонной тары, других изделий из бумаги и картона, лесохимической промышленности. Сбытовые и снабженческие структуры бизнеса функционируют по заказам и договорам с предприятиями, организациями и бизнес-структурами, входящими в ядро кластера. Сервисные структуры непосредственно связаны с производственными функциями и сбытом продукции кластера.

Все представленные выше наработки направлены на формирование конкретных моделей управления лесным комплексом и поэтому не могут быть напрямую использованы в качестве основы создания архитектуры модели, предназначенной для поиска общих путей совершенствования государственного управления лесным комплексом.

Основной целью использования модели должна стать парадигма устойчивого управления лесами, которая включает [14]:

1) поддержание и сохранение продуктивной способности лесов;

2) поддержание приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов;

3) сохранение и поддержание защитных функций лесов;

4) сохранение и поддержание биологического разнообразия лесов и их вклада в глобальный углеродный цикл;

5) поддержание социально-экономических функций лесов;

6) развитие инструментов лесной политики для сохранения устойчивого управления лесами.

При построении модели регионального лесного комплекса приходится рассматривать множество взаимодействующих компонентов, относящихся по своей природе к различным системам. Все эти ком-



Рис. 2. Субъектная структура регионального лесопромышленного комплекса

Источник: Киселева А. А. Кластерные основы и методический инструментарий конкурентного развития регионального лесопромышленного комплекса : автореферат дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. – Пермь, 2015. – 24 с.

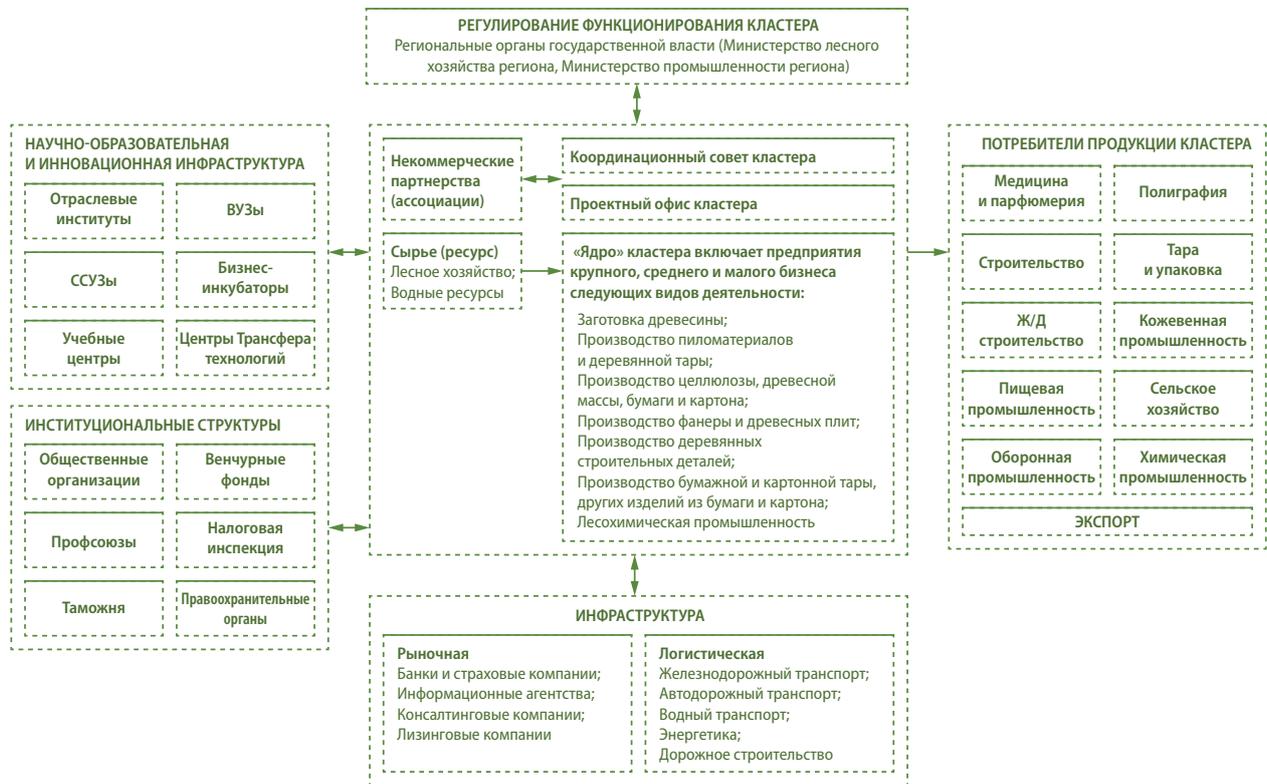


Рис. 3. Кластерный подход к развитию регионального лесного комплекса

Источник: Киселева А.А. Кластерные основы и методический инструментарий конкурентного развития регионального лесопромышленного комплекса : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. – Пермь, 2015. – 24 с.

поненты должны иметь набор свойств, которые в совокупности в конечном итоге определяют текущие показатели функционирования лесного комплекса. Здесь прежде всего необходимо учитывать особенности лесного хозяйства [15], такие как

- 1) тесное переплетение процессов труда и биологических процессов роста и развития древесных пород, формирующих леса;
- 2) подверженность лесов антропогенным и природным воздействиям;
- 3) сезонность;

4) зависимость от комплекса местных условий, влияющих на географию леса и на системы лесохозяйственных мероприятий.

Как отмечено в работе [16], структура системы лесопользования определяется ролью и значением каждого ее элемента. Форма организации и взаимосвязи между элементами системы определяют ее содержание. При изменении организационных форм и экономических отношений происходит качественное преобразование системы лесопользования.

На основании вышеизложенного можно сформулировать следующие требования, которым должна соответствовать модель:

- обеспечивать возможность создания элементов, имеющих различные наборы свойств;
- предусматривать возможности задания первоначальных свойств элементов;
- предусматривать возможности задания различных периодов моделирования;
- обеспечивать возможность организации связей между элементами;
- в соответствии с установленными связями обеспечивать изменение определенных свойств элементов модели в результате внешних регулирующих воздействий, влияния связанных элементов либо изменения коррелирующих свойств в ходе процесса моделирования.

Под управлением лесным комплексом стоит понимать целенаправленное воздействие органов управления лесопромышленным комплексом – субъекта управления – на лесопромышленный комплекс – объект управления, которое обеспечивает достижение стратегических целей лесопромышленного комплекса с учетом конкретных предпосылок и условий регионов. На рисунке 4 представлена контекстная диаграмма модели.

С точки зрения теории систем ЛПК можно определить как открытую, сложную динамическую систему [17]. При описании подобные системы принято представлять



Рис. 4. Контекстная диаграмма модели лесного комплекса

Источник: составлено автором.

в виде набора взаимосвязанных систем. На верхнем уровне модели регионального лесного комплекса можно выделить следующие основные системы [18] (рис. 5):

- экологическая система (экосистема);
- социальная система;
- производственно-экономическая система;
- система государственного управления;
- внешняя среда.

Каждая из этих систем имеет представление в виде определенного набора компонентов. Каждый компонент наделен характеризующими его свойствами. Часть из этих компонентов являются активными. Преследуя свои цели, они могут взаимодействовать между собой и изменять свойства доступных им компонентов. Через поведение активных компонентов формируются внутрисистемные и межсистемные связи.

В контексте функционирования регионального лесного комплекса экосистема выступает в роли поставщика первичных ресурсов для всех остальных систем. В этом смысле ее модель можно считать центральным элементом общей модели, в которой все остальные элементы тем или иным образом взаимодействуют с ней (используют, сохраняют, восстанавливают ресурсы). Экосистема связана с определенной территорией. Структура экоси-



Рис. 5. Архитектура верхнего уровня модели регионального лесного комплекса

Источник: составлено автором.

стемы больших территорий, как правило, неоднородна. Ей присуще наличие множества различных участков со схожим набором характеристик. Внутренние элементы экосистемы имеют строго определенные взаимосвязи, в соответствии с которыми они оказывают влияние друг на друга.

Под экосистемой принято обозначать совокупность организмов, живущих совместно в некоей среде обитания и взаимодействующих друг с другом. Структура экосистемы представлена двумя основными компонентами: биоценозом и биотопом.

Биоценоз – это сочетание популяций растений, животных и микроорганизмов, взаимодействующих друг с другом в пределах данной среды и образующих тем самым особую живую систему со своим собственным составом, структурой, взаимоотношениями со средой, развитием и функциями [19].

Биотоп – это участок с однородными экологическими условиями, который занимает биоценоз, представленный совокупностью неживых компонентов, однородное по абиотическим факторам среды пространство. Биотоп включает климатоп – совокупность климатических факторов на данной территории, эдафотоп – биокостное образование (почва) и гидротоп – гидрологические факторы среды.

Биотоп непосредственным образом влияет на развитие связанного с ним биоценоза. С учетом того, что на биотоп

могут определенным образом воздействовать различные активные элементы модели, необходимо иметь модель биотопа, которая могла бы обладать следующими характеристиками:

- быть связанной с определенной территорией;
- содержать набор взаимосвязанных параметров, влияющих на развитие биоценоза;
- изменять значения параметров, исходя из различных внешних воздействий.

Применительно к предлагаемой нами модели регионального лесного комплекса понятие биотопа в определенной степени должно выходить за рамки классического понимания, принятого в экологии. Мы трактуем его более широко в целях описания инфраструктурных объектов модели, таких как

- биотопы разнообразных дорог;
- биотопы размещения предприятий;
- биотопы населенных пунктов.

Такой подход дает возможность использовать биотопы для формирования динамики развития параметров модели: во-первых, анализируя влияние их свойств на состояние самих инфраструктурных объектов (например, качество дорог), а во-вторых, через анализ близости их размещения к другим биотопам модели (например, наличие дорог для вывоза леса, который может быть заготовлен на определенном участке).

Каждый биотоп имеет свои четкие границы в пределах территории региона – ареал. В свою очередь, вся территория региона покрывается множеством пересекающихся ареалов биотопов.

Биотоп состоит из множества компонентов. К типовым компонентам биотопа можно отнести:

- ландшафт;
- климат;
- почву.

Каждый компонент имеет свое множество свойств. Ландшафт может характеризоваться типом (водный, равнинный и т. п.); климат – температурой, влажностью, величиной снежного покрова, количеством солнечной энергии, количеством дней в году с температурой выше определенной границы и т. п.; почва – гранулометрическим составом, скважностью, плотностью, влажностью, твердостью, липкостью, удельным сопротивлением и т. п.

К компонентам биотопа можно также относить и инфраструктурные элементы, например дороги. Свойствами данного компонента могут быть тип, толщина дорожного покрытия и т. п.

Свойства отдельных компонентов биотопа могут изменяться во времени. В данном случае необходимо говорить о модели развития компонента биотопа, которая зависит от значений текущих свойств самого компонента и свойств компонентов, входящих в данный биотоп.

При создании модели регионального лесного комплекса целесообразно выделять и использовать типовые биотопы со схожим набором компонентов, их свойств и моделей развития.

В структуре биоценоза выделяют фитоценоз и зооценоз. Фитоценоз – это совокупность растительности. Зооценоз – это животный мир.

Применительно к разрабатываемой модели в качестве компонентов фитоценоза определены совокупности различ-

ных видов растений: ель, сосна, береза, клюква, малина, мох, грибы и т. д. Свойства данных компонентов должны отражать их количественные и качественные характеристики, например возраст, объем и т. п.

В качестве компонентов зооценоза в модели определены виды животных, обитающие в ареале каждого биотопа. К свойствам данных компонентов относятся общая численность, возрастной и половой составы.

С компонентами фитоценоза и зооценоза связаны модели их развития, в которых определяется изменение их свойств во времени.

Любой биоценоз зависит от своего биотопа, и наоборот, всякий биотоп находится под влиянием биоценоза. Поскольку климатические, геологические и биотические факторы подвержены изменениям, развитие или динамика биоценозов оказывается неизбежным фактом. Количество связей между компонентами биотопа, фитоценоза и зооценоза может быть большим, а их содержание разнообразным. Все это необходимо отразить в моделях развития компонентов.

Социальная система представляет население, которое проживает на территории, занимаемой экосистемой. Население имеет разнообразные потребности, которые могут иметь экономический, физиологический, образовательный, эстетический, развлекательный характер. Структура и показатели потребностей населения определенной территории зависят от множества факторов (традиции, тип населенного пункта, социальный состав, менталитет, уровень доходов и т. п.). Для их удовлетворения население использует, изменяет, уничтожает, восстанавливает ресурсы экосистемы либо вступает во взаимодействие с производственно-экономической системой, внешней средой и системой государственного управления.

Население имеет привязку к населенным пунктам. Территорию отдельных населенных пунктов можно обозначить в виде биотопа, имеющего свой ареал. Проживающее там население можно представить в виде «биомассы», из которой рождаются различные социальные агенты, тем или иным образом задействованные в процессах, связанных с функционированием регионального лесного комплекса, таких как

- потребление ресурсов экосистемы для обеспечения собственных нужд;
- потребление ресурсов экосистемы для получения доходов;
- потребление продукции лесного комплекса;
- работа на предприятиях лесного комплекса с целью получения доходов;
- обучение по направлениям, связанным с работой лесного комплекса;
- организация досуговых мероприятий на лесных территориях;
- обеспечение возможности качественного использования ресурсов экосистемы.

Процесс рождения социальных агентов связан с количественными и качественными характеристиками населения, проживающего на определенной территории. Качественные характеристики определяют состав агентов социальной системы, а количественные – силу и масштаб их воздействия.

К качественным характеристикам можно отнести уровень доходов населения, уровень образования, уровень безработицы, социальный состав, распределение по сферам деятельности, качество жилья и т. п.

К количественным характеристикам можно отнести количество жителей, принадлежащих к различным группам: количество детей, мужчин, женщин, пенсионеров, количество жителей, имеющих личные бани и т. п.

Исходя из обозначенных сфер воздействия, можно выделить различные типы агентов, характерные для социальной системы регионального лесного комплекса, например:

- охотник;
- рыбак;
- собиратель;
- турист;
- дровосек;
- работник лесозаготовительного предприятия;
- работник лесоперерабатывающего предприятия;
- потребитель дров;
- потребитель строительных лесоматериалов;
- потребитель грибов и ягод;
- охранник ресурсов лесной экосистемы;
- охранник инфраструктуры, обеспечивающей комфортное проживание (в основном транспортной инфраструктуры).

Каждой роли соответствует своя модель поведения. В модели поведения определяются цели функционирования агента, его убеждения, мотивы и сценарии поведения.

Цели определяют конкретные, измеримые, конечные параметры значений определенных характеристик агента, которых он стремится достичь в процессе своей деятельности. Например, целями потребителя дров являются накопление определенного количества дров к зимнему периоду, постоянное поддержание определенного количества дров для отопления бани.

Сценарии поведения определяют возможные алгоритмы действий агента для достижения целей. Например, для потребителя дров могут существовать следующие сценарии: закупка у местного лесоруба, осуществляющего заготовку дров в соответствии с действующим законодательством; закупка у местного «черного» лесоруба; закупка у стороннего лесоруба,

способного предъявить законность продаваемого товара; закупка у стороннего лесоруба, не способного подтвердить законность продаваемого товара; закупка альтернативного топлива (например, брикетов, горбыля и т. п.).

Мотивы и убеждения позволяют агенту выбрать сценарий поведения применительно к конкретным условиям, т. е. к тем значениям характеристик, которые имеет агент в данный момент времени.

Мотивы позволяют выстроить сценарии в порядке приоритета по набору некоторых критериев. Например, для такого агента, как потребитель дров, в качестве мотивов могут выступать стоимость и качество дров.

Убеждения позволяют определить возможность, необходимость и желаемость совершения сценария. Убеждения формируются с использованием отдельных характеристик, присущих агенту. Так, потребитель дров может использовать уровень законопослушности, финансовые возможности, уровень общественного порицания, уровень уверенности в экологичности традиционных дров.

Производственно-экономическая система представляется множеством разнообразных предприятий, расположенных на территории экосистемы. Они потребляют ресурсы экосистемы, при этом существенным образом изменяя ее. Основная цель их деятельности – получение максимальной прибыли. Для осуществления цели предприятия выстраивают инфраструктуру, функционирование которой может оказывать влияние на экосистему.

Архитектура производственно-экономической системы модели регионального лесного комплекса состоит из предприятий, относящихся к сферам заготовки и обработки древесины, производства изделий из дерева, заготовки и переработки грибов и ягод, производства целлюлозы и др.

Заготовительные и производственные предприятия имеют собственную инфраструктуру, которая представляется совокупностью зданий и сооружений, размещенных на определенной территории (биотопе), а также парка технологических и транспортных средств. Каждый из элементов инфраструктуры имеет собственные характеристики. С точки зрения построения разрабатываемой авторами модели можно определить следующие типовые характеристики инфраструктурных объектов:

- вид, степень и диапазон влияния на экосистему;
- производственные мощности;
- потребность в обслуживающем персонале;
- потребность во внешнем обслуживании;
- производственная эффективность;
- износ.

Предприятие имеет персонал, который обладает определенными характеристиками (уровень образования, уровень лояльности руководству и т. п.), влияющими на эффективность производства.

Органы управления предприятиями можно рассматривать как агентов. Основной целью их функционирования является получение максимальной прибыли. Для этого в их модели поведения должны быть определены следующие модули:

- модуль развития инфраструктуры;
- модуль управления инфраструктурой;
- модуль поставок сырья;
- модуль сбыта продукции;
- стратегический модуль.

Модуль развития инфраструктуры предназначен для:

- подготовки решений о строительстве и приобретении новых объектов инфраструктуры (потребность в новых объектах, их характеристики, место размещения рассматриваются с точки зрения их окупаемости и прибыльности);

- подготовки решений о продаже и консервации объектов инфраструктуры (мониторинг экономической эффективности объектов инфраструктуры, принятие и реализация решений о их продаже и консервации);

- подготовки решений о модернизации объектов инфраструктуры;

- принятие решений об использовании заимствованных средств для развития инфраструктуры.

Основной задачей, решаемой с использованием данного модуля в модели, является формирование конфигурации инфраструктурных объектов производственно-экономической системы.

Модуль управления инфраструктурой предназначен для:

- формирования политики в области управления персоналом (зарплата, обучение и т. п. – все, что влияет на общие характеристики персонала);

- принятия решения о привлечении сторонних организаций к обслуживанию инфраструктуры;

- привлечение средств на поддержание инфраструктуры.

Основной задачей, решаемой с использованием данного модуля в модели, является формирование параметров инфраструктурных объектов производственно-экономической системы.

Модуль поставок сырья предназначен для:

- планирования объемов закупки сырья;
- поиска поставщиков;
- привлечения средств на закупку сырья;
- обеспечения процесса закупки.

Модуль сбыта продукции предназначен для:

- поиска потребителей;
- совершения маркетинговых операций (формирование в моделях поведения потенциальных покупателей позитивного образа потенциального поставщика);
- осуществления процесса сбыта продукции.

Стратегический модуль является управляющим для всех предыдущих. Он непосредственно оперирует основными характеристиками предприятия, которые определены в правилах вывода модулей развития инфраструктуры, управления инфраструктурой, поставок сырья и сбыта продукции. К числу таких характеристик можно отнести:

- экономические показатели деятельности предприятия;

- существующие соглашения;

- существующие обязательства;

- приоритеты.

Специфика заготовительных предприятий связана с отсутствием у них модуля поставок сырья и наличием модуля обеспечения ресурсов заготовки, который предназначен для:

- поиска ресурсов заготовки;

- приобретения прав на заготовку;

- обеспечения процесса восстановления ресурсов заготовки.

Система государственного управления, которую представляют органы исполнительной власти регионального и муниципального уровней, осуществляющие свои полномочия на территории рассматриваемой экосистемы, состоит из следующих элементов:

- орган исполнительной государственной власти, осуществляющий политику в сфере лесного хозяйства на территории региона;

- органы местного самоуправления, осуществляющие полномочия в отношении лесных участков, находящихся в муниципальной собственности, а также отдельные государственные полномочия в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;

- государственные лесничества, осуществляющие управление в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов;

– государственные и муниципальные предприятия, осуществляющие отдельные полномочия в сфере лесного хозяйства региона.

Деятельность элементов системы государственного управления осуществляется в соответствии с действующим федеральным законодательством. Основные цели их деятельности в отношении регионального лесного комплекса заключаются в поддержании экологического равновесия, пополнении доходной части бюджета и формировании условий для удовлетворения потребностей населения. В целях обеспечения отдельных полномочий на конкурсной основе могут привлекаться элементы, входящие в состав производственно-экономической системы либо внешней среды.

В архитектуре модели должны присутствовать модули, содержащие модели поведения элементов системы государственного управления.

Особенностью модулей, отражающих модели поведения органа исполнительной государственной власти, осуществляющего политику в сфере лесного хозяйства на территории региона, является необходимость обеспечения возможности ввода и корректировки через них регулирующих воздействий в общую модель лесного комплекса. К экономическим методам управления лесным комплексом относятся учетные и налоговые ставки, льготы, порядок проведения валютных операций, бюджетные кредиты, дотации, субсидии, госинвестиции, таможенные пошлины, таможенные льготы, нормы, стандарты, тарифы, цены, штрафы и др. [20].

Внешняя среда не имеет строгой структуры. Ее элементы вводятся с целью генерации параметров внешних воздействий на элементы внутренних систем регионального лесного комплекса. Применительно к разрабатываемой модели

нас не интересует вопрос существования взаимосвязей между компонентами внешней системы. Сами элементы внешней системы могут быть совершенно разными по своей природе. В архитектуре модели они должны иметь собственный набор свойств и моделей поведения. К основным элементам внешней среды можно отнести:

- природные явления (ураганы, засуха, дожди и т. п.);
- внешнее государственное управление;
- образовательные учреждения;
- внешних потребителей товаров и услуг регионального лесного комплекса;
- внешних поставщиков товаров и услуг для регионального лесного комплекса;
- внешних инвесторов.

Элементы внешней среды обеспечивают принципы открытости системы в разрабатываемой модели.

В целом можно говорить о том, что на сегодняшний день не существует научных разработок в области построения комплексных моделей лесного комплекса уровня крупных территориальных образований, предназначенных для его перспективного анализа и планирования развития. Это связано, с одной стороны, с объективной сложностью их создания, а с другой стороны, с субъективной неуверенностью в качестве полученных результатов от их практического использования, т. е. их возможной адекватности. Однако ввиду специфики функционирования лесного комплекса, связанной в основном с длительным периодом воспроизводства лесных ресурсов, без подобных моделей трудно выстраивать эффективную систему управления.

Построение моделей сложных систем должно изначально выстраиваться с точки зрения всеобъемлющего их рассмотрения, учета всевозможных деталей и специфики предметной области. В работе [21] выделены следующие подхо-

ды к построению механизма управления комплексным использованием лесных ресурсов региона: исторический, системный, процессный, комплексный, воспроизводственный, экосистемный, институциональный и сценарный. На наш взгляд, применительно к построению модели регионального лесного комплекса должны соблюдаться следующие основные подходы:

– комплексный, учитывающий различные аспекты управления и их взаимосвязи;

– системный, учитывающий всю совокупность элементов системы и их взаимосвязей;

– экосистемный, рассматривающий природные объекты как экосистему, состоящую из большого количества взаимосвязанных элементов;

– институциональный, учитывающий наличие множества активных элементов в системе, действующих исходя из своих собственных интересов.

Представленная архитектура модели разрабатывалась с учетом обозначенных подходов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (проект) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.forestforum.ru/info/minprom\\_strategy\\_july\\_2017.pdf](http://www.forestforum.ru/info/minprom_strategy_july_2017.pdf)
2. Сузук, М. А. Экономико-математическое моделирование развития регионального лесопромышленного комплекса [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13. – Петрозаводск, 2001. – 161 с.
3. Ходаков, В. Е. Лесные пожары: методы исследования [Текст] / В. Е. Ходаков, М. В. Жарикова. – Херсон : Гринь Д.С., 2011. – 470 с.
4. Пирогова, О. А. Динамическая модель распространения лесных пожаров [Текст] / О. А. Пирогова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 5-4 (16-4). – С. 149–153.
5. Гришин, А. М. Математические модели лесных пожаров [Текст] / А. М. Гришин. – Томск : Изд-во ТГУ, 1981. – 277 с.
6. Ковалев, А. В. Построение имитационных моделей динамики численности насекомых вредителей леса [Текст] / А. В. Ковалев, Т. М. Овчинникова // Лесоведение. – 2010. – № 2. – С. 27–35.
7. Климушев, Н. К. Моделирование технологических процессов лесопромышленного производства [Текст] : учебное пособие / Н. К. Климушев, О. М. Прудникова. – Ухта : УГТУ, 2003. – 76 с.
8. Алябьев, В. И. Основы математического моделирования лесопромышленных процессов [Текст] / В. И. Алябьев. – М. : Изд. ЦНИИМЭ, 1990. – 398 с.
9. Блам, Ю. Ш. Агентно-ориентированный подход к реализации модели лесного комплекса региона [Текст] / Ю. Ш. Блам // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – № 4. – С. 176–180.
10. Иванова, Т. Н. Особенности формирования механизма управления лесопромышленным комплексом [Текст] / Т. Н. Иванова // Вестник МГТУ. – 2006. – Т. 9. – № 4. – С. 629–632.
11. Антонова, Н. Е. Региональные реакции на трансформацию лесной политики: на примере лесного комплекса Дальнего Востока [Текст] : автореф. дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Н. Е. Антонова. – Хабаровск, 2010. – 45 с.
12. Киселева, А. А. Кластерные основы и методический инструментарий конкурентного развития регионального лесопромышленного комплекса [Текст] : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / А. А. Киселева. – Пермь, 2015. – 24 с.
13. Киселева, А. А. Создание регионального лесопромышленного кластера как основа повышения конкурентоспособности отрасли [Текст] / А. А. Киселева // Вестник Пермского университета. – 2014. – № 3. – С. 52–57.
14. Лесной план Вологодской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://dlk.gov35.ru/deyatelnost/deyatelnost-strukturnykh-podrazdeleniy/lesnoy-plan-oblasti/>.
15. Сычев, М. Ф. Экономика воспроизводства лесов [Текст] / М. Ф. Сычев [и др.]. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2011. – 143 с.

16. Миронов, А. В. Управление лесохозяйственной деятельностью [Текст] : монография / А.В. Миронов ; под науч. рук. д.э.н. В. В. Грачева. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2015. – 172 с.
17. Резанов, В. К. Принципиальный подход к оценке рисковей нагрузки устойчивого развития лесного комплекса [Текст] / В. К. Резанов, Е. П. Чепуров, Е. Г. Журавлев // Власть и управление на Востоке России. – 2016. – № 4 (77). – С. 17–25.
18. Дианов, С. В. Модель биотопа как элемент агент-ориентированной модели регионального лесного комплекса [Текст] / С. В. Дианов // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2017) : материалы IX Междунар. науч.-технич. конф. – Вологда : ВоГУ, 2017. – С. 50–53.
19. Экология [Текст] : учебное пособие / под ред. Ю. И. Житина. – М. : Академический Проспект ; Трикста, 2008. – 283 с.
20. Мезенина, О. Б. Лесопромышленный комплекс РФ на современном этапе: определение, задачи, управление [Текст] / О. Б. Мезенина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 2. – С. 75–80.
21. Доможирова, К. В. Совершенствование механизма управления комплексным использованием лесных ресурсов региона [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / К. В. Доможирова. – Тюмень, 2015. – 209 с.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Дианов Сергей Владимирович* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы и технологии». Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет». Россия, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, д. 15. E-mail: dianov.sv@mail.ru. Тел.: 8(911)5388700.

**Dianov S.V.**

### ARCHITECTURE OF THE MODEL OF PROSPECTIVE ANALYSIS AND PLANNING OF REGIONAL TIMBER SECTOR DEVELOPMENT

*Forest is one of the main resources of our country. It has huge economic, social and cultural significance. It should be noted that its potential is currently underused. Russian forest sector has greater prospects for using in terms of meeting various interests of both the state and the population. It is understood at the state level, resulting in works on improvement of legislation, attracting investments to the timber industry, development of the forest infrastructure, conservation and restoration of forest ecosystems, improving the system of management of the forest sector. As a rule, this is consistent with the results of modern scientific research in this area. However, since forest sector is a multi-aspect system, the inability to assess all the possible consequences of decisions in advance remains a challenge. Therefore, models of the forest sector are becoming more relevant. Their use could help test the generated control mechanisms and present their effectiveness, hence the feasibility of practical implementation. In constructing sectoral models of complex open systems, their overall architecture is particularly important as it helps, on the one hand, define the boundaries of a model and, on the other hand, determine the most optimal structure. The main purpose for the article is to study approaches to building models of the regional forest sector designed for integrated assessment of development taking into consideration the introduced management actions. The article analyses some of the existing approaches to structural formalization of the forest sector functioning, as well as the peculiarities of such systems. The authors define the requirements to the model of regional forest sector, according to which the author's view on the construction of its architecture is presented. The*

*article considers some aspects of the implementation of its elements. A distinctive feature of the developed architecture is that it is based on the comprehensive, system, ecosystem-based and institutional approaches. This helps create the model closest to the real system of the forest sector based on this architecture. In addition, the architecture design was carried out with a view to practical implementation. The research results are expected to be used for the implementation of an agent-based model of the regional forest sector in the form of a computer system.*

*Regional timber sector, prospective analysis, development forecast, management system, architecture of model.*

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*Dianov Sergei Vladimirovich* – Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Department of Information Systems and Technology. Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Vologda State University”. 15, Lenin Street, Vologda, 160000, Russian Federation. E-mail: dianov.sv@mail.ru. Phone: 8(911)5388700.