



МОДЕЛЬ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ ЛЕСНЫХ БЛАГ

Г. А. ПРЕШКИН,

кандидат технических наук, доцент,

К. И. РУСИН,

аспирант, Уральский государственный лесотехнический университет

(620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тр., д. 37; тел.: 8 (343) 262-96-26; e-mail: rusinki@mail.ru)

Ключевые слова: модель системной динамики, стоимость лесных ресурсов, устойчивое лесопользование.

Любой тип лесных экосистем является сложной биологической структурой. Привнесенные экзогенные факторы влияния на древесные и недревесные ресурсы приводят к потере устойчивости любой из подсистем, образующих лесную экосистему, компоненты которых представляют собой постоянно изменяющуюся во времени стоимость природного лесного капитала. Устойчивый лесной менеджмент означает эффективное извлечение из экосистем и своевременное воспроизводство потребительной стоимости лесных благ бесконечно во времени. В статье представлена суть графической структуры многокритериальной модели системной динамики формирования стоимостей лесных благ. Модель состоит из 15 дифференциальных уравнений как теоретической основы для формирования структуры имитационной модели в системе устойчивого лесопользования. Имитационная модель служит инструментом для решения задач динамического управления непрерывным многоцелевым лесопользованием в системе лесного менеджмента. Предметами управления являются потенциалы потребительных стоимостей лесных благ с целью повышения их ценности и количества разнообразных полезных функций, прироста стоимостей ресурсов всех лесных подсистем и стоимости лесной экосистемы в целом. Модель рекомендуется для использования в учебном процессе как инновационный инструмент для выработки умений лесных менеджеров принимать рациональные управляющие решения по сценариям лесопользования. Авторы считают, что необходимо обновить знания натурально-вещественных и стоимостных таксационных нормативов. Эти новые знания откроют возможность выявить формы и силы связей между лесными подсистемами. Таким образом, многокритериальная модель системной динамики формирования стоимости лесных благ является средством для реализации принципов новой экономики и лесной политики в условиях рыночных отношений.

MODEL OF SYSTEM DYNAMICS FOR FOREST PRODUCT COST FORMING

G. A. PRESHKIN,

candidate of technical sciences, associate professor,

K. I. RUSIN,

graduate student, Ural State Forest Engineering University

(37 Sibirsky tr. Str., 620100, Ekaterinburg; tel.: +7 (343) 262-96-26; e-mail: rusinki@mail.ru)

Keywords: model of system dynamics, cost of forest resources, sustainable forest management.

Any type of forest ecosystem is a complex biological structure. Introduced exogenous factors of influence on wood and non-wood resources lead to loss of stability of any of the subsystems that form the forest ecosystem, the components of which are constantly changing in time the value of the natural forest capital. Sustainable forest management means effective extraction from ecosystems and timely reproduction of use values of wood goods in infinite time. The paper presents the essence of the graphical structure multicriteria model of systems dynamics of forming of the forest goods costs. The model consists of 15 differential equations which create the theoretical base for forming of simulation model structure in system of sustainable forestry management. The simulation model serves as the tool to solve the problems of dynamic management of continuous multi-purpose business in system of forestry management. Management subjects are potentials use value of the wood goods with the aims of increase of value and quantity of various useful functions, a gain of resources costs of all wood subsystems and cost of a wood ecosystem as a whole. The model is recommended to be used in educational process as the innovation tool for development trained forest manager's ability to make rational managing decision under scenarios of logging cases. The authors consider that it is necessary to update the knowledge of quantitative and qualitative taxation normals. This new knowledge will give fresh opportunities to define the form and intimate connections between forest subsystems. Thus, multicriteria model of system dynamics of forming of the forest goods costs is means for realization of principles of new economics and forest policy under conditions of the market economy.

Положительная рецензия представлена В. С. Мазепой, доктором биологических наук, кандидатом физико-математических наук, заведующей лабораторией дендрохронологии Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук.



Любой тип лесных экосистем является сложной биологической структурой. Поэтому иерархия подсистем в их экосистемных структурах изначально предполагает наличие экологической устойчивости непрерывного производства лесных ресурсов и полезных функций (лесных благ) в конкретной природно-климатической среде. Однако привнесенные экзогенные факторы влияния на древесные и недревесные ресурсы всегда приводят к потере устойчивости любой из подсистем, образующих в целом лесную экосистему, компоненты которых представляют собой постоянно изменяющуюся во времени стоимость природного лесного капитала [1, 3].

Цель и методика исследований. Цель исследований состоит в создании современного инструмента для эффективного управления потоками лесных доходов от использования стоимости материальных ресурсов лесных экосистем и их невесомых полезных функций без подрыва природного потенциала самовосстановления каждой из подсистем леса. Необходимо разработать концепцию и методологию реализации подходов для достижения социо-эколого-экономического баланса целей успешного лесного менеджмента.

Возвращаясь к мысли о принципе устойчивого управления пространственным и структурным взаимодействием материальных ресурсов и полезных функций при формировании стоимости лесных благ, нужно подчеркнуть, что для реализации этого принципа необходимо решить проблему создания базы социо-эколого-экономического нормирования показателей, характеризующих диапазон экологически допустимого объема хозяйственного использования лесных полезностей [4]. Поскольку различные подсистемы леса существуют в единстве, то их взаимозависимость, взаимообусловленность подсистем отличаются между собой формой и силой связей. Сказывается влияние отдельных элементов и явлений на ценность подсистем (эффект эмерджентности) и всей системы в целом, что в итоге формирует динамику комплексного стоимостного потенциала лесной экосистемы во времени и пространстве.

Предлагаемая методология комплексной оценки пространственного и структурного взаимодействия материальных ресурсов при формировании стоимости благ лесной экосистемы с использованием моделей системной динамики оказалась достаточно сложной и сравнительно мало разработанной проблемой [2]. Уже сейчас очевидно, что из-за значительного недостатка объема нормативной информации и сложности структуры модели, приведенной на рис. 1, ее реализация возможна лишь в несколько этапов [4]. Реализация модели находится в тесном взаимодействии с проблемой дальнейшего ее раз-

вития на каждом последующем этапе. Дело в том, что информационное и нормативное обеспечение такой многокритериальной модели в первую очередь должно содержать необходимые сведения о подсистеме древесных ресурсов, которая в данном случае является доминантной. Лишь в этом случае можно будет подсоединять (соотносить) эколого-экономические оценки других подсистем с учетом характера использования экологических и ресурсных полезностей древесных насаждений [5].

Таким образом, объектом настоящего исследования в значительной мере выступают не только принципы построения и функционирования многокритериальной модели системной динамики формирования стоимости лесных благ, но и методология создания эколого-экономической нормативной базы для наполнения данной модели конкретным содержанием [6, 8].

К тому же влияние фактора времени – пространства в процессе современной лесохозяйственной деятельности настоятельно вызывает потребность в применении динамической многокритериальной модели стоимостной оценки лесных благ, позволяющей не только создавать и использовать информацию для управления сферой лесного бизнеса, но и прогнозировать экономическое воспроизводство лесов на перспективу [5].

Логическая структура предложенной модели более определена по сравнению со статической, на ее основе можно наглядно представить характер взаимосвязи и силу взаимовлияния лесных подсистем.

Рассмотрим теоретическую модель (1–15) пространственного и структурного взаимодействия материальных ресурсов и полезных функций при формировании стоимости лесной экосистемы в рамках лесного менеджмента.

Введем обозначения:

S_i – лесной участок (ЛУ) ($i \in I$);

r – виды материальных лесных ресурсов ($r = \overline{1, z}$);

$r = 1$ – древесные ресурсы;

$r = 2$ – недревесные ресурсы;

$r = 3$ – ресурсы фауны;

$r = 4$ – ресурсы флоры.

\otimes – условное обозначение функции использования ресурса r -го вида;

$\beta_{r=1}$ – функция интенсивности использования древесных ресурсов ($0 \leq \beta_1 \leq 1$);

ψ_r – норма экологической доступности ресурсов фауны и флоры на i -м ЛУ;

ξ_r – функция ограничения доступности использования ресурса r -го вида;

$\Delta_{i,r=\bar{z}}^K$ – годовой объем прироста коммерческой (спелой) древесины на i -м ЛУ;

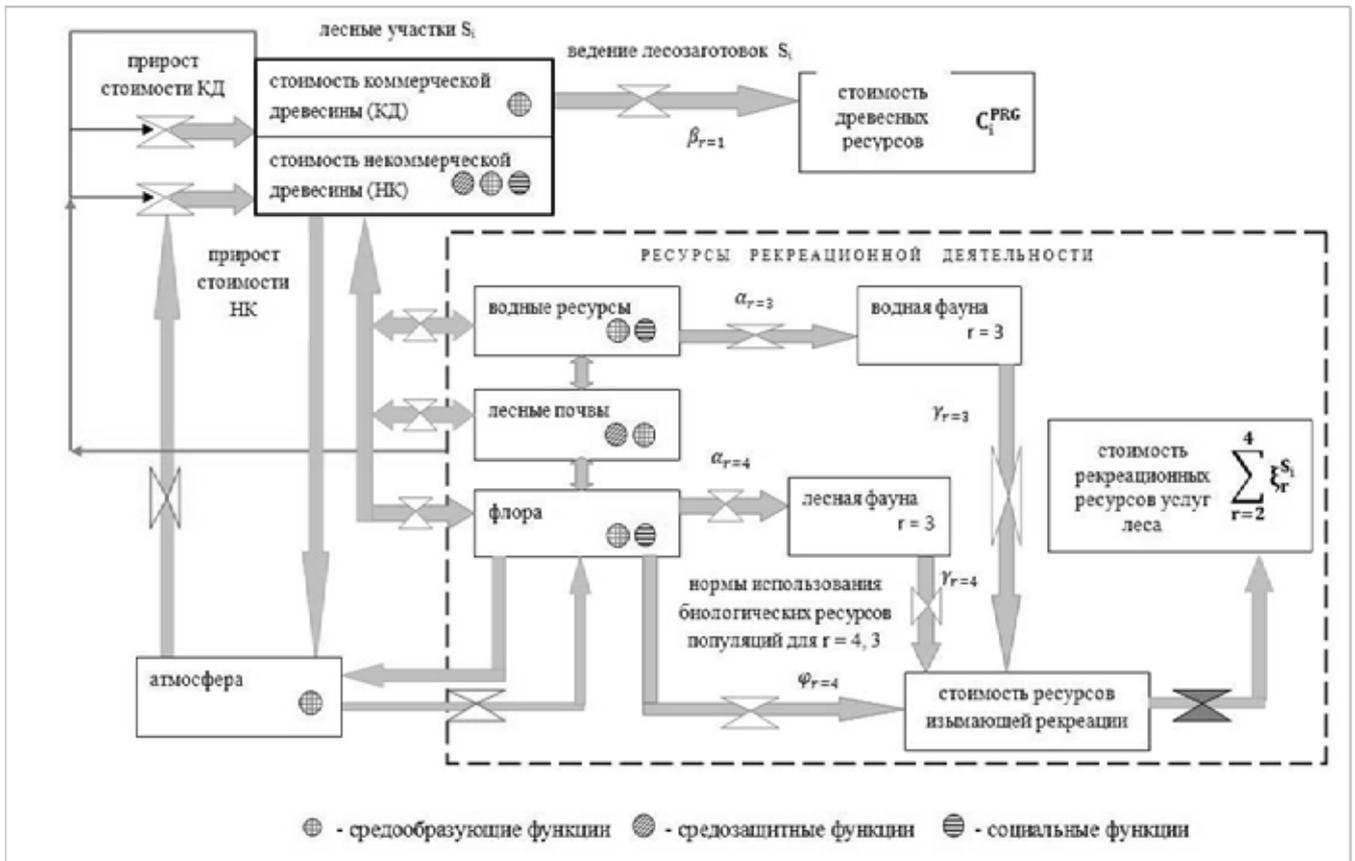


Рис. 1 Модель системной динамики формирования стоимости лесных благ

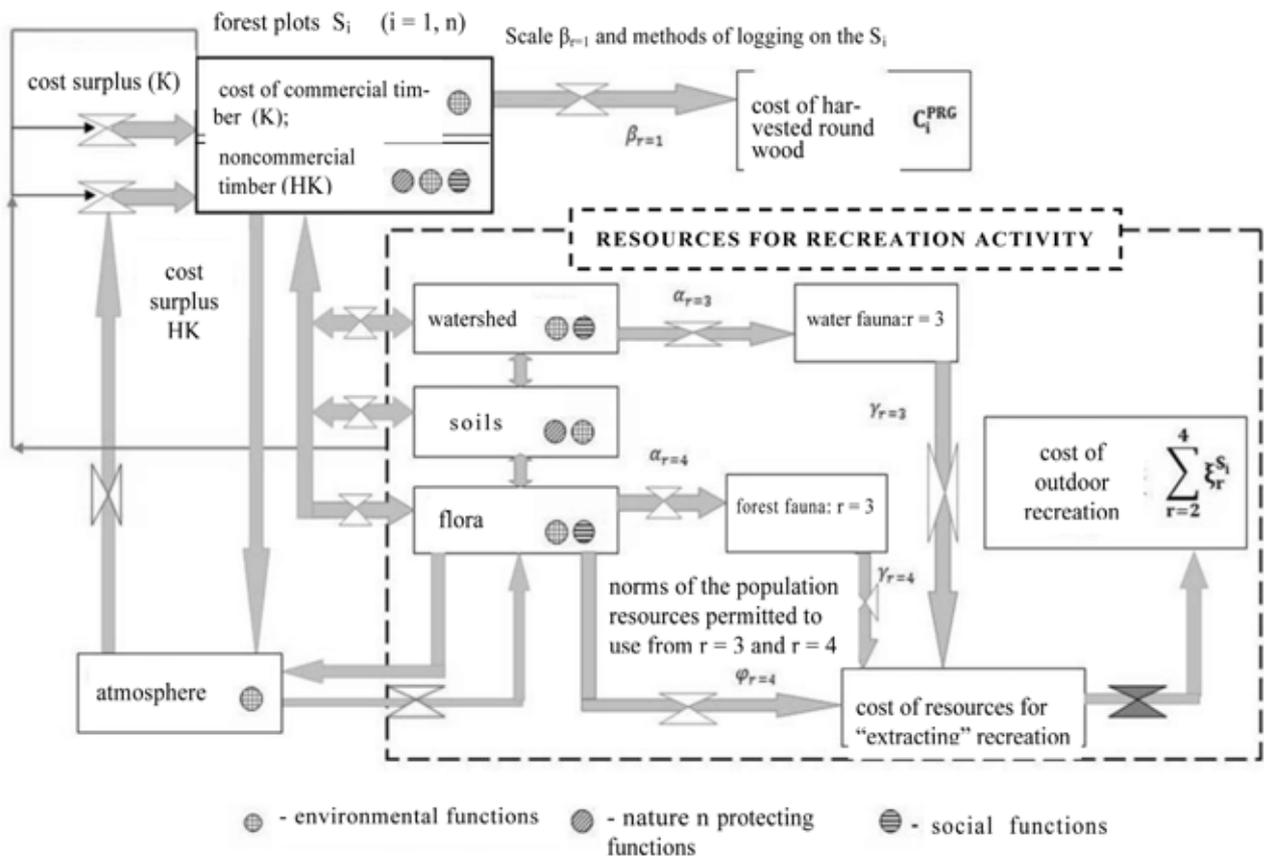


Fig. 2 Model of system dynamics of forming the forest usefulness' cost



$\Delta_{i,r=1}^{HK}$ – функция прироста запаса неkomмерческой (молодняки) древесины на i -м ЛУ;

$V_{i,r=1}^R$ – объем коммерческой древесины на i -м лесном участке;

$\bar{V}_{i,r=1}^K$ – объем хозяйственного использования запаса коммерческих древесных ресурсов на i -м ЛУ ($\bar{V}_{i,r=1}^K = V_{i,r=1}^K \beta_{r=1}$);

$C_{i,r}$ – стоимость единицы r -го вида лесных ресурсов на i -м ЛУ;

$Q_{i,r=3}$ – ресурсы фауны на i -м ЛУ;

$Q_{i,r=4}$ – ресурсы флоры на i -м ЛУ;

$\varphi_{i,r=2,3,4}$ – функция экологически допустимого объема использования r -го ресурса на i -м ЛУ в зависимости от интенсивности лесозаготовок;

$\chi_{i,r}$ – допустимая интенсивность хозяйственного использования r -го ресурса на i -м ЛУ ($\chi_{i,r=2,3,4} \leq \varphi_{i,r=2,3,4}$);

S_r – фактическое использование лесных благ на i -м ЛУ;

C_i^{CFG} – стоимость лесных ресурсов при хозяйственном освоении i -го ЛУ;

C_i^{PRG} – текущая потребительная стоимость лесной экосистемы на i -м ЛУ.

Цель решения рассматриваемой задачи может быть сформулирована следующим образом: найти набор переменных $V_{i,r=1}^K$ и $V_{i,r=1}^{HK}$, $Q_{i,r=2,3,4}$ и $C_{r=1,2,3,4}$, при которых возможно непрерывное и устойчивое управление стоимостью лесных благ экосистемы при мультифункциональном лесопользовании в заданных условиях:

1) изменение количества коммерческих запасов древесных ресурсов ($r = 1$) в зависимости от интенсивности их хозяйственного использования:

$$\frac{dV_{i,r=1}^K}{dt} = V_{i,r=1}^K \cdot \Delta_{r=1}^K - \bar{V}_{i,r=1}^K; \quad (1)$$

2) экологическое нормирование объема неkomмерческих ресурсов древесины ($r = 1$) на i -м ЛУ:

$$V_{i,r=1}^{ЭН} = \frac{dV_{i,r=1}^{HK}}{dt} = V_{i,r=1}^{HK} \cdot \Delta_{i,r=1}^{HK} - \beta_{r=1} (V_{i,r=1}^{HK} + V_{i,r=1}^K); \quad (2)$$

3) экологическое нормирование недревесных ресурсов ($Q_{i,r=2}$) на i -м ЛУ:

$$V_{i,r=2}^{ЭН} = \frac{dQ_{i,r=2}}{dt} = \phi_{i,r=2} (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \beta_{i,r=2}^{HP} V_{i,r=1}^K; \quad (3)$$

4) экологическое нормирование ресурсов фауны ($Q_{i,r=3}$) на i -м ЛУ:

$$V_{i,r=3}^{ФА} = \frac{dQ_{i,r=3}}{dt} = \phi_{i,r=3} (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \beta_{i,r=3}^{ФА} V_{i,r=1}^K; \quad (4)$$

5) экологическое нормирование ресурсов лесной флоры ($Q_{i,r=4}$) на i -м ЛУ:

$$V_{i,r=4}^{ЭН} = \frac{dQ_{i,r=4}}{dt} = \beta_{i,r=4}^{ФЛ} V_{i,r=1}^K - \phi_{i,r=4} (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}); \quad (5)$$

6) баланс запасов недревесных ресурсов ($Q_{i,r=2}$) на i -м ЛУ:

$$V_{i,r=2}^Б = \frac{dQ_{r=2}}{dt} = \beta_{i,r=2}^H (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \phi_2 (V_{i,r=1}^{HK} + V_{i,r=1}^K); \quad (6)$$

7) оценка хозяйственного использования ресурсов ($Q_{i,r=2}$) на i -м ЛУ:

$$\frac{dQ_{r=2}}{dt} = \phi_2 (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \chi_2 (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}); \quad (7)$$

8) баланс запасов ресурсов лесной фауны ($Q_{i,r=3}$) на i -м ЛУ:

$$V_{i,r=3}^Б = \frac{dQ_{r=3}}{dt} = \beta_{i,r=3}^{ФА} (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \phi_3 (V_{i,r=1}^{HK} + V_{i,r=1}^K); \quad (8)$$

9) оценка хозяйственного использования ресурсов ($Q_{i,r=3}$) на i -м ЛУ:

$$\frac{dQ_{r=3}}{dt} = \phi_3 (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \chi_3 (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}); \quad (9)$$

10) баланс запасов ресурсов лесной флоры ($Q_{i,r=4}$) на i -м ЛУ:

$$V_{i,r=4}^Б = \frac{dQ_{r=4}}{dt} = \beta_{i,r=4}^{ФЛ} (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \phi_4 (V_{i,r=1}^{HK} + V_{i,r=1}^K); \quad (10)$$

11) оценка хозяйственного использования ресурсов ($Q_{i,r=4}$) на i -м ЛУ:

$$\frac{dQ_{r=4}}{dt} = \phi_4 (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) - \chi_4 (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}); \quad (11)$$

12) изменение стоимости лесных ресурсов на i -м ЛУ:

$$\frac{dC_r}{dt} = \bar{V}_{i,r=1}^K C_{i,r=1}^K + \chi_2 (V_{i,r=1}^K + V_{i,r=1}^{HK}) C_{i,r=2}^{HP} + \chi_3 (V_{i,r=1}^{HK} + V_{i,r=1}^K) C_{i,r=3}^{ФА} + \chi_4 (V_{i,r=1}^{HK} + V_{i,r=1}^K) C_{i,r=4}^{ФЛ}; \quad (12)$$

13) баланс пищевых ресурсов фауны ($Q_{i,r=3}$) на i -м ЛУ:

$$\frac{dQ_{i,r=3}^{ФА}}{dt} = Q_{i,r=3}^{ФА} (\alpha_{i,r=4} + \psi_{i,r=4}); \quad (13)$$

14) баланс ресурсов изымающей рекреации на i -м ЛУ:

$$\frac{dC_{i,r}^{РЕК}}{dt} = C_{i,r=1}^{РЕК} + C_{i,r=2}^{РЕК} + C_{i,r=3}^{РЕК} + C_{i,r=4}^{РЕК} - C_{i,r} \sum_{r=2}^4 S_r; \quad (14)$$

15) стоимость рекреационных услуг на i -м ЛУ:



$$\frac{dC^{PEKP}}{dt} = C_{i,r} \sum_{r=2}^Z \zeta_r S_i. \quad (15)$$

Необходимо отметить, что из-за значительного разнообразия видов ресурсов и специфичности полезных функций лесных подсистем ресурсного типа методы оценки стоимости отдельных биологических объектов, элементов и подсистем отличаются по полноте и характеру внешней завершенности. Для измерения диапазона стоимости природных ресурсов и полезных функций лесов нужно, чтобы существовали пределы значений допустимых колебаний факторов хозяйственной деятельности, в рамках которых не теряется устойчивость лесных экосистем при неопределенности ее результатов. Для этого в имитационную модель создания стоимости лесных благ включаются экологические и технологические ограничения объемов извлечения по видам ресурсов и функциям лесов с учетом времени года, а также индикатор взаимозависимости хозяйственных решений от комплексного взаимодействия между лесными подсистемами. Таким образом, чтобы обоснованно отвечать вызову новой экономики о рациональном природопользовании, эффективная эколого-экономическая модель должна быть динамической и способной создавать собственную эволюцию параметров системы во времени [8, 9].

Выводы. Рекомендации. Предложенный подход многокритериальной оценки лесных экосистем с целью рационального управления стоимостью лесных ресурсов и полезных функций лесов служит одним из научных инструментов, необходимых для реализации в практике лесопользования основных принципов лесных отношений на землях лесного фонда, декларируемых в ст.1 Лесного кодекса Российской Федерации.

Динамическую модель многокритериальной оценки лесных экосистем можно использовать как тренажер и инструмент для обучения умениям комплексного исследования социо-эколого-экономических проблем лесопользования, оценки ресурсов в процессе формирования стоимости лесных экосистем. Как научный и практический инструмент она полезна при выработке вариантов управляющих решений по сценариям, обеспечивающим рациональное, наиболее эффективное использование лесных благ в контексте пятого принципа новой экономики [10].

Опыт стран с развитой рыночной экономикой дает примеры и подходы к решению задач многокритериальной оптимизации параметров экономических объектов для целей управления ими [4]. Не являются исключением из них биологические объекты – лесные экосистемы с их неравномерно изменяющейся во времени стоимостью экологических потенциалов подсистем, входящих в ее состав, причем не только из-за влияния природно-климатических факторов, но и от причинения вреда антропогенного и техногенного характера, чрезмерной интенсивности хозяйственного использования возобновляемых лесных ресурсов.

Считаем, что исследования и разработка инструментария для реализации модели системной динамики формирования стоимости лесных благ являются пионерными. Они вызовут необходимость в дальнейших прикладных научных исследованиях для создания новых знаний о природе изменений экономических нормативов других видов лесных природных ресурсов в зависимости от социо-эколого-экономических условий хозяйственного природопользования [6, 7]. Эти знания позволят наполнить содержанием многокритериальную модель системной динамики формирования стоимости лесных благ для реализации задач комплексной оценки качества практических решений, принимаемых для управления системой рационального природопользования.

Необходимо подчеркнуть, что при разработке функциональной части данной теоретической модели рассматривался принципиальный подход к последующему созданию на ее основе имитационной модели пространственного и структурного взаимодействия материальных ресурсов и полезных функций лесов с целью формирования стоимости лесной экосистемы для отыскания ее приемлемой субоптимальной стоимостной оценки, отвечающей целям управления на перспективу.

Очевидно, исследование взаимосвязей и взаимозависимостей величин стоимости каждой подсистемы в составе лесной экосистемы с использованием имитационной модели вызовет условия формирования синергетических эффектов и, возможно, эффекта эмерджентности. Для этого, как упоминалось ранее, необходим комплекс экспериментальных исследований для выявления вида и силы связей функций взаимозависимых эколого-экономических параметров лесной экосистемы любого типа.

Литература

1. Агатьев В. В. Проблемы рационального управления использованием природных ресурсов (на примере лесопользования) : монография. М. : Паритет Граф, 2011.
2. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем : монография. М. : Наука, 1978.
3. Глазырина И. П. Природный капитал в экономике переходного периода : монография. М. : НИА-Природа ; РЭФИЛ, 2013.



4. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений : монография. М. : Логос, 2012.
5. Починков С. В. Экономические основы устойчивого лесопользования. Эффективное освоение и воспроизводство лесных ресурсов : монография. СПб. : Профикс, 2007.
6. Прешкин Г. А. Модель стоимостной оценки лесных благ // Аграрный вестник Урала. 2011. № 11. С. 61–62.
7. Орлов М. М. Лесопользование : монография. М. : Изд. дом «Лесная промышленность», 2011.
8. Прешкин Г. А. Нормативы оценки лесных благ: проблемы, решения : монография. Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. лесотех. ун-та, 2011.
9. Duerr W. A. Introduction to forest resource economics. USA : McGraw Hill, 1993.
10. Sheppard St. B. The new economy: what it really means? URL : <http://www.busynessweek.com/1997/46/b3553084.html>.

References

1. Agat'ev V. V. Managerial problems of rational usage of natural recourses (wood harvesting case) : monograph. M. : Paritet Graf, 2011.
2. Buslenko N. P. Modeling of complicated systems. M. : Science, 1978.
3. Glazyrina I. P. Nature capital in economics of transitive period : monograph. M. : NIA-Priroda ; REFIL, 2013.
4. Larichev O. I. Theory and methods to choose decisions : monograph. M. : Logos, 2012.
5. Pochinkov S. V. Economical bases of sustainable forestry. Effective usage and renewing of forest recourses : monograph. SPb. : Profix, 2007.
6. Preshkin G. A. Model for evaluation of forest goods costs // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. № 11. P. 61–62.
7. Orlov M. M. Forest management : monograph. M. : Publ. house "Forest Industry", 2011.
8. Preshkin G. A. Normals of forest goods evaluation: problems, decisions : monograph. Ekaterinburg : Publ. house of USFEU, 2011.
9. Duerr W. A. Introduction to forest resource economics. USA : McGraw Hill, 1993.
10. Sheppard St. B. The new economy: what it really means? URL : <http://www.busynessweek.com/1997/46/b3553084.html>.