

УДК 517.9:330.4

Динамическая модель лесовосстановительных работ¹

И.У. Зулькарнай

Башкирский государственный университет

Аннотация: В ходе реформ лесной отрасли в 1990-е гг. были внедрены новые институты лесопользования, заимствованные в значительной мере из канадского опыта. В частности, институты аренды лесов, тогда как в большинстве стран практикуется продажа леса на корню, основанное на частной или государственной собственности на лес. В ходе действия этих институтов обнаружилось, что частные лесозаготовительные компании не осуществляют в должной мере, в соответствии с договорами аренды лесов, положенные лесовосстановительные работы. Данная работа посвящена построению модели лесовосстановления на основе подхода «мягкого моделирования», предложенного академиком Арнольдом. В модели учитываются объем лесозаготовок и государственный заказ на новые леса, выходящие за пределы убыли лесов в ходе лесозаготовок. Сложность решения этой задачи связана с тем, что посаженные леса достигают стадии зрелости через 80-120 лет, что делает всю систему дифференциальных уравнений кроссвременной.

Ключевые слова: «мягкие» модели Арнольда, лесовосстановление, лесное хозяйство, моделирование.

Исследование посвящено разработке вопросов улучшения институтов, регулирующих лесное хозяйство, связанное с проблемой неудовлетворительного производства лесовосстановительных работ в России [2, 3], при наличии определенных проблем в этой области за рубежом [4, 5]. В докладе обсуждается модель лесовосстановления, построенная на основе подхода «мягкого» моделирования, предложенного академиком В.И. Арнольдом [1], и представляющая собой систему дифференциальных уравнений с временным лагом.

Введем обозначения:

X – количество зрелого леса (в m^3)

Y – объем лесозаготовок (объем срубленного леса в m^3 в течение года)

Z – количество нового леса (гектаров площади с учетом положенной густоты засева, посаженного в течение года, в положенное время).

Новый лес, посаженный много лет назад, в конце концов вносит свой вклад в рост объема зрелого леса в наше время, т.е. $\frac{dX(t)}{dt}$ пропорционально $Z(t-t_{\text{зрелости}})$, где $t_{\text{зрелости}}$ – это время, которое необходимо, чтобы лес достиг возраста зрелости, когда он готов к рубке для промышленных целей (на дрова можно рубить и незрелый лес). Тут важно отметить, что дерево не может вечно находиться в возрасте зрелости. Если его вовремя не срубить, то оно начнет стареть, болеть и в конце концов погибнет,

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научного проекта № 15-02-00590а.

став сухостоем или сгнив. В первом случае такое дерево будет представлять еще и пожароопасность, т.к. именно сухостой часто становятся причиной пожаров в результате попадания молнии.

Возраст зрелости разный для разных пород деревьев, для мягколиственных (хвойных, наиболее ценных для строительства пород) этот возраст достигает 120 лет. Однако за счет интенсивного ведения лесного хозяйства, проведения рубок ухода, рост деревьев можно ускорить и сократить возраст спелости до 80 лет.

Лес находится в стадии зрелости несколько лет и чем больше в текущем году срублено леса в ходе лесозаготовок (a_2Y), тем меньше должен быть прирост зрелого леса. Также, определенная часть зрелого леса (a_3X) выходит из возраста зрелости и переходит в категорию «перезрелости», «перестоя».

В результате получаем дифференциальное уравнение:

$$\frac{dX(t)}{dt} = a_1Z(t - t_{\text{зрелости}}) - a_2Y(t) - a_3X(t) \quad (1)$$

Рост объема лесозаготовок, очевидно, положительно зависит от объема леса в стадии зрелости c_1X , где c_1 – коэффициент, отражающий степень этого влияния. В то же время текущий объем лесозаготовок отрицательно влияет на дальнейший его рост, т.е. действует c_2Y , итого имеем:

$$\frac{dY(t)}{dt} = c_1X(t) - c_2Y(t) \quad (2)$$

Количество новых посадок леса должно быть пропорционально объему рубок: чем больше срублено леса, тем больше арендаторы должны посадить нового леса в рамках своих обязательств лесовосстановления:

$$\frac{dZ(t)}{dt} = d_1Y(t) + d_2 \quad (3)$$

Здесь d_1 – параметр, отражающий уверенность арендаторов леса, каковыми в настоящее время являются все лесозаготовительные компании в России, в том, что через 80-100 лет этот посаженный лес достанется им, по крайней мере, на тех же правах, как и сейчас. Этот параметр заметно больше нуля в условиях Финляндии или США, где такая уверенность есть, т.к. большая часть лесов принадлежит индивидам, семьям и компаниям на правах частной собственности и столетиями либо передается по наследству, либо дарится/продается. В этих странах уверенность в этом существует и благодаря устойчивости институтов, защищающих частную собственность.

В условиях России этот параметр должен иметь небольшое значение, скорее стремящееся к нулю. Даже де-юре, лесозаготовители не являются собственниками лесов, они являются арендаторами. Во-вторых, аренда заключается с государством максимум на 49 лет – период меньше возраста созревания большинства пород деревьев. В – третьих, в России институты вообще не стабильны, частная собственность защищена недостаточно и нет глубоких традиций защиты частной собственности – недавно, по историческим меркам, страна пережила период практически полного отрицания частной собственности.

Другим фактором, который может стимулировать лесовосстановительные работы – это заказ государства на проведение таких работ, оплачиваемый и являющийся самостоятельным бизнесом. Этот фактор определяется параметром d_2 , значение которого тем больше, чем больше государство размещает заказов на

лесовосстановительные и работы по созданию новых насаждений лесов, например, на территориях, освобожденных от сельскохозяйственного производства.

Предложенная здесь для обсуждения математическая модель позволит исследовать закономерности изменения объема зрелого леса в зависимости от параметров модели (коэффициентов системы уравнений (1)-(3)). Особый интерес представляет поиск интервала значений регулятора d_1 (уверенности арендаторов леса в получении в будущем результатов лесопосадок), при котором достигается устойчивое лесовоспроизводство всей системы.

Литература

1. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. М.: МЦНМО, 2004.
2. Зилькарнай И.У. Институциональные препятствия эффективному использованию лесных ресурсов в России // Вестник УГУЭС. 2016. № 2. С. 9-13.
3. Зилькарнай И.У. Институциональные аспекты арендных отношений в лесной отрасли: анализ Российского законодательства // Евразийский Юридический журнал. 2016. № 10 (101).
4. Sisk, Thomas D.; Savage, Melissa; Falk, Donald A.; Allen, Craig D.; Muldavin, Esteban; McCarthy, Patrick. A Landscape Perspective for Forest Restoration. [Journal of Forestry] . September 2005. V. 103, No. 6. P. 319-320.
5. Colavito, Melanie M. The Role of Science in the Collaborative Forest Landscape Restoration Program [Journal of Forestry]. January 2017. V. 115, No. 1, 8. P. 34-42.

MSC 34G10

Dynamic model of reforestation works

I.U. Zulkarnay

Bashkir State University

Abstract: During the reforms of the forestry sector in the 1990s, New forest management institutions were adopted, largely borrowed from the Canadian experience. In particular, leasing institutions, whereas in most countries, the sale of standing timber is based on private or public ownership of the forest. In the course of these institutions, it was found that private logging companies do not exercise the required reforestation works in accordance with the lease agreements. This paper is devoted to building a model of reforestation on the basis of the "soft modeling" approach proposed by Academician Arnold. The model takes into account the volume of logging and the state order for new forests that go beyond deforestation during harvesting. The complexity of solving this problem is due to the fact that the planted forests reach the maturity stage in 80-120 years, which makes the whole system of differential equations cross-temporal.

Key words: "soft" Arnold models, reforestation, forestry, modeling.

References

1. Arnold V.I. «Zhestkie» i «myagkie» matematicheskie modeli. ["Hard" and "soft" mathematical models]. | Moscow: Publishing of MTsNMO. 2004. P. 32.
2. Zulkarnay I.U. Institutsionalnyie prepyatatstviya effektivnomu ispolzovaniyu lesnyih resursov v Rossii [Institutional barriers to the efficient use of forest resources in Russia] // Vestnik UGUES [Journal of Ufa University of Economics and Service]. 2016. No. 2. P. 9-13
3. Zulkarnay I.U. Institutsionalnyie aspektyi arendnyih otnosheniy v lesnoy otrasli: analiz Rossiyskogo zakonodatelstva [Institutional Aspects of Lease Relations in the Forestry Sector: Analysis of Russian Legislation] // Evraziyskiy Yuridicheskiy zhurnal [Eurasian Law Journal]. 2016. No. 10 (101).
4. Sisk, Thomas D.; Savage, Melissa; Falk, Donald A.; Allen, Craig D.; Muldavin, Esteban; McCarthy, Patrick. A Landscape Perspective for Forest Restoration. [Journal of Forestry] . September 2005. V. 103, No. 6. P. 319-320.
5. Colavito, Melanie M. The Role of Science in the Collaborative Forest Landscape Restoration Program [Journal of Forestry]. January 2017. V. 115, No. 1, 8. P. 34-42.