

Мураев Игорь Геннадиевич
Правительство Архангельской области

Прогнозирование развития лесного комплекса региона на основе PYTHON

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, посвященных планированию и прогнозированию деятельности лесного комплекса региона. Методологическая основа прогнозирования развития лесного комплекса региона с использованием Python предполагает комплексный подход. Python, благодаря своей универсальности, широкому набору библиотек для анализа данных и визуализации, позволяет строить сложные математические модели, учитывающие различные факторы. В статье представлена часть результатов по данной теме исследования. Так, показана общая схема разработки программы прогнозирования на основе Python. Апробация прогнозирования развития лесного комплекса региона на основе Python проведена на нескольких регионах. Разработанная на языке Python модель прогнозирования стратегического развития представляет собой инструмент планирования и прогнозирования, предназначенный для использования государственными органами, бизнесом лесного комплекса.

Ключевые слова: лесной комплекс, прогнозирование развития лесного комплекса, Python, визуализация, апробация.

Muraev Igor Gennadievich
Government of the Arkhangelsk Region

Forecasting the development of the forest complex of the region based on PYTHON

Abstract. The article presents the results of a study devoted to planning and forecasting the activities of the forest complex of the region. The methodological basis for forecasting the development of the forest complex of the region using Python involves an integrated approach. Python, due to its versatility, a wide range of libraries for data analysis and visualization, allows you to build complex mathematical models that take into account various factors. The article presents some of the results on this topic of research. Thus, a general scheme for developing a forecasting program based on Python is shown. Testing of forecasting the development of the forest complex of the region based on Python was carried out in several regions. The model for forecasting strategic development developed in Python is a planning and forecasting tool intended for use by government agencies and forestry business.

Keywords: forest complex, forecasting the development of the forest complex, Python, visualization, testing.

Введение

Лесной комплекс России представляет собой одну из ключевых отраслей экономики, обладающую значительным потенциалом для устойчивого развития и обеспечения экономической безопасности страны [3, 10, 15, 20]. Лесной комплекс играет важную роль в экономике и экологии многих регионов России, поэтому рациональное и эффективное управление лесными ресурсами требует аналитических инструментов, в том числе и вариативных прогнозов, позволяющих учитывать не только ретроспективные данные, но и влияние множества взаимосвязанных факторов [9, 16, 17, 18]. Традиционные методы прогнозирования, основанные на экспертных оценках и/или статистических данных прошлых периодов, часто оказываются недостаточно достоверными в условиях быстро

меняющейся экономической и экологической обстановки [2, 8, 14, 17]. Поэтому разработка и внедрение современных методов прогнозирования и планирования развития лесного комплекса с использованием программирования является важной и актуальной задачей. Нами выбран Python, в силу универсальности, набора библиотек для анализа данных и визуализации, что позволяет строить сложные математические модели, учитывающие различные факторы.

Исследования в данной области направлены на разработку прогностических моделей, которые позволят оценивать различные сценарии развития лесного комплекса, оптимизировать объемы лесозаготовок, прогнозировать риски возникновения лесных пожаров и разрабатывать эффективные меры по сохранению и воспроизводству лесных ресурсов [3, 6, 13, 20, 21].

Методологическая основа исследований

В основе исследований заложены принципы системного анализа, позволяющие рассматривать лесной комплекс как сложную систему взаимосвязанных элементов. Методологическая основа прогнозирования развития лесного комплекса региона с использованием Python предполагает комплексный подход, интегрирующий методы статистического и корреляционно-регрессионного анализа, машинного обучения и моделирования на основе экспертных знаний [1, 5, 10-14, 17]. Python является популярным языком программирования, имеющим большое сообщество разработчиков и широкий спектр библиотек для анализа данных и машинного обучения.

Первый этап включает сбор и обработку ретроспективных данных о лесных ресурсах, экономической деятельности и социальных изменениях, с учётом стратегических установок государства по развитию лесного комплекса. Для этого используются данные государственной статистики, материалы лесоустройства, данные аналитических отчётов, а также экспертные оценки. Обработка данных осуществляется с применением библиотек данных (Pandas, NumPy, Scikit-learn) и визуализации (Matplotlib, Seaborn), обеспечивающих эффективную работу с большими объемами информации. На втором этапе проводится анализ данных с использованием методов статистического анализа и машинного обучения. Статистический анализ позволяет выявить закономерности и тренды в динамике показателей деятельности лесного комплекса. Методы машинного обучения, такие как регрессионный анализ, деревья решений и нейронные сети, используются для построения прогнозных моделей. В частности, библиотека Scikit-learn предоставляет широкий набор алгоритмов для обучения моделей и оценки их точности¹ [11, 17, 21]. Третий этап предполагает разработку прогнозных сценариев развития лесного комплекса на основе построенных моделей. Сценарии учитывают различные факторы, такие как изменение лесоустройства, объемы лесозаготовок, динамику цен на лесную продукцию и государственную политику в области лесного хозяйства. Визуализация результатов прогнозирования осуществляется с использованием библиотек Matplotlib и Seaborn, позволяющих наглядно представить результаты моделирования² [9, 12]. На заключительном этапе проводится оценка адекватности и точности прогнозных моделей с использованием статистических критериев и экспертных оценок.

Использование Python для прогнозирования развития лесного комплекса предоставляет определённые преимущества (рис.1).

¹ Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Vanderplas, J. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12(Oct), 2825-2830.

² Waskom, M. L. (2021). Seaborn: statistical data visualization. *Journal of Open Source Software*, 6(60), 3021.

Гибкость и масштабируемость

- Возможность создания индивидуальных моделей, адаптированных под конкретные региональные условия.

Точность

- Использование продвинутых алгоритмов машинного обучения для повышения точности прогнозов.

Автоматизация

- Автоматизация процессов сбора, обработки и анализа данных, что снижает трудозатраты и повышает эффективность работы.

Визуализация

- Наглядное представление результатов прогнозирования, облегчающее принятие управленческих решений.

Рисунок 1 – Преимущества использования Python для прогнозирования развития лесного комплекса

Источник: разработано автором

Результаты исследований используются для разработки рекомендаций по устойчивому управлению лесным комплексом региона, направленных на обеспечение баланса между экономическими, экологическими и социальными интересами³ [2, 7, 13].

Результаты исследований

Основные этапы разработки модели прогнозирования включают несколько этапов (рис.2).

³ FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome.

Сбор и подготовка данных:

- Сбор исторических данных, необходимых для обучения модели, которые включают множество показателей.
- Очистка и предобработка данных, включающая удаление пропущенных значений, обработку выбросов и преобразование данных в формат, пригодный для машинного обучения



Выбор алгоритма машинного обучения:

- В зависимости от специфики задачи и доступных данных выбирается подходящий алгоритм машинного обучения.
- Выбираются алгоритмы регрессии (линейная регрессия, полиномиальная регрессия, Random Forest Regressor), алгоритмы классификации (логистическая регрессия, SVM, Decision Tree Classifier), алгоритмы нейронных сетей.



Обучение модели:

- Модель обучается на исторических данных. Данные разделяются на обучающую и тестовую выборки, и модель обучается на обучающей выборке



Оценка и оптимизация модели:

- Модель оценивается на тестовой выборке. Для оценки используются различные метрики, такие как среднеквадратичная ошибка (MSE), средняя абсолютная ошибка (MAE) или коэффициент детерминации (R-squared).
- Если результаты не удовлетворяют, модель оптимизируется путем изменения параметров алгоритма, добавления новых признаков или использования другого алгоритма.



Прогнозирование и анализ результатов:

- Обученная и оптимизированная модель используется для прогнозирования будущих значений.
- Полученные прогнозы анализируются и используются для принятия стратегических решений.

Рисунок 2 – Этапы разработки модели прогнозирования Python

Источник: разработано автором

Общая схема разработки программы прогнозирования последовательно включала несколько шагов.

1. Исходные данные хранятся в файле MS EXCEL (рис.3)

	A	B	C	D	E	F
1	Ресурсы					
2	Показатель	тыс.га	тыс.га	прирост	относительный	%
3	Итого лесов	28378,20	28405,80	27,60	0,00097	0,097
4	Защитные леса, всего	8743,10	8862,00	118,90	0,01360	1,360
5	Эксплуатационные	19635,10	19543,80	-91,30	-0,00465	-0,465
6	Расчётная лесосека, тыс км	27 140,50	27 805,60	665,1	0,02451	2,451
7	Возникло лесных пожаров, всего	181,00	109,00	-72,00	-0,39779	-39,779

Рисунок 3 – Исходные данные модели прогнозирования развития лесного комплекса региона на Python

Источник: разработано автором

2. Создание набора переменных модели.

Исходные переменные, из которых конструируются модельные, экспортируются из исходных файлов. Каждая из переменных модели ($l = \overline{1, p}$) представляет собой линейную

комбинации «сырых» переменных:

$$X^{(l)} = \sum_{k=1}^n \alpha_{kl} \beta_{kl} X^{(k)} \quad (1)$$

α_{kl} – весовые коэффициенты

β_{kl} – масштабирующие коэффициенты

$X^{(k)}$, $k = \overline{1, n}$ – «сырые переменные»

$X^{(l)}$, $l = \overline{1, p}$ – переменные модели («модельные» переменные)

Коэффициенты α_{11} , α_{21} вводятся экспертом. Необходимо организовать выбор экспертом набора переменных, необходимых для конструирования модельных переменных из предоставленного набора «сырых» данных. Например, имеются переменные $X^{(1)}$, $X^{(2)}$... $X^{(30)}$. Из них эксперт выбирает $X^{(2)}$, $X^{(5)}$ и $X^{(24)}$.

Затем эксперт вводит весовые и масштабирующие коэффициенты, чтобы получить «модельную» переменную $X^{(1)} = \alpha_{21} \beta_{21} X^{(2)} + \alpha_{51} \beta_{51} X^{(5)} + \alpha_{241} \beta_{241} X^{(24)}$. Переменные, которые будут использоваться для вычислений, должны быть расположены по столбцам (рис.4).

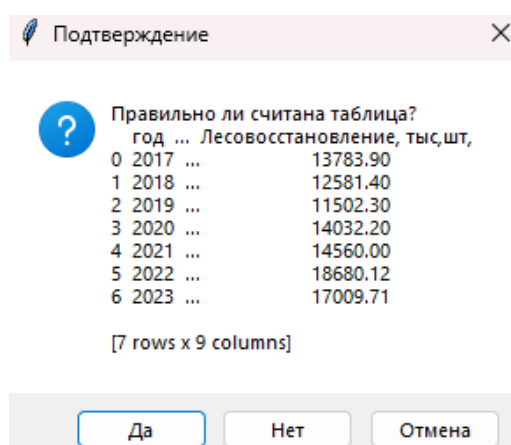


Рисунок 4 – Подтверждение введение исходных данных в модели прогнозирования развития лесного комплекса региона на Python

Источник: разработано автором

В появившемся окне подтверждения появятся первый и последний столбцы и строки введенной таблицы (рис.5).

год	Эксплуатация	Расчетная лесос.	Факт лесозагот.	Возникло лесн.	Незаконная руб.	Загрязнение/га	Самовольное л.	Лесовосстанов.
2017.0	19622.1	25499.6	12342.5	34.0	19692.0	1.4	1.6	13783.9
2018.0	19624.9	25641.6	14917.5	123.0	16045.1	26.2	6.0	12581.4
2019.0	19626.7	25972.9	14313.6	54.0	65686.3	5.0	2.4	11502.3
2020.0	19608.7	26094.56	14861.3	54.0	10446.9	2.0	0.9	14032.2
2021.0	19619.5	26094.56	16103.7	180.0	16395.7	3.8	2.3	14560.0
2022.0	19635.1	27140.5	14085.8	181.0	22482.3	4.1	0.014	18680.12
2023.0	19543.8	27805.6	9507.4	109.0	13008.9	4.0	13.81	17009.71

Рисунок 5 – Интерфейс модели прогнозирования развития лесного комплекса региона на Python

Источник: разработано автором

3. Структурная форма уравнения составляется экспертом (предусматривает возможность для ввода систем различной размерности – количества строк и столбцов).

4. Производится проверка идентифицируемости модели: составляются счётные правила для каждого уравнения с учётом структуры системы уравнений.

5. Записывается приведённая форма уравнений: составляется приведённая форма системы одновременных уравнений. В каждом уравнении в левой части записывается эндогенная переменная, в правой – все экзогенные «модельные» переменные.

6. Оцениваются регрессионные коэффициенты каждого из уравнений приведённой формы модели по МНК. Оценки $\hat{a}$ и $\hat{b}$ в линейном уравнении регрессии $\hat{y} = a + bx$: $\hat{\theta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$, где $\theta = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$; $Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_n \end{pmatrix}$; $X = \begin{pmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_n \end{pmatrix}$; На данном шаге выводятся оценки регрессионных переменных δ_{ij}

7. Находятся теоретические значения эндогенных переменных, содержащихся в правой части уравнения. На данном шаге определяются и выводятся теоретические значения эндогенных переменных с использованием «модельных» переменных и вычисленных значений δ_{ij} . Далее формируются модельные переменные (рис.6).

Рисунок 6 – Интерфейс модели прогнозирования развития лесного комплекса региона на Python

Источник: разработано автором

8. Оцениваются регрессионные коэффициенты уравнений структурной формы модели по МНК, используя теоретические значения, вместо фактических теоретические значения эндогенных переменных, содержащихся в правой части уравнения. Система структурных уравнений выводится в виде:

$$\begin{cases} Y_t = 331120 + 0,46Y_{t-1} + 1,16W_t + 7,51K_t + 3,51I_{инн_t} \\ C_t = 832,18 - 0,006Y_{t-1} - 0,002W_t + 0,029K_t - 0,002I_{инн_t} \\ R_t = 9715,13 + 0,0006Y_{t-1} + 0,0035W_t - 0,21_{33}K_t + 0,024I_{инн_t} \end{cases} \quad (2)$$

Вводятся коэффициенты и рассчитываются переменные. В нижней части окна появится столбец рассчитанной переменной (рис.8).

	X ₂	X ₃	X ₄
1.6	25533.6	45193.2	
6.0	25764.6	41692.7	
2.4	26026.9	91661.6	
0.9	26148.56	36342.36	

Рисунок 7 - Окно формирования модельных переменных

Источник: разработано автором

9. Строится прогноз: для каждой переменной, расположенной в правой части уравнений, оцениваются по МНК коэффициенты модели временного ряда $y_t = a_0 + b_0 t$. В качестве зависимой переменной берётся «модельная» переменная (экзогенная переменная

модели системы одновременных уравнений», в качестве экзогенной – номер года $t = 1, 2, \dots, n$. Вернувшись к главному окну сверху, рядом с вкладкой исходные данные, появится новая вкладка с полученной выборкой. При необходимости можем создать еще несколько выборок.

10. После этого для каждой системы составляем уравнение. Текстовые файлы с результатами прогнозов появятся в папке, в которой лежит приложение. Затем выводятся прогнозные значения эндогенных переменных – векторы значений и график. На данном шаге выводятся прогнозные значения эндогенных переменных – векторы значений и график.

Апробация прогнозирования развития лесного комплекса региона на основе Python проведена на нескольких регионах. Так, полученный прогноз развития лесного комплекса Новгородской области показал положительную динамику прогнозной величины ($Y(t)$) доходов государства на федеральном и региональном уровнях и доходов бизнес-субъектов лесного комплекса региона (формула 3, табл. 1, рис. 8). Прирост доходов лесного комплекса Новгородской области к 2030 г. составит 95% - 98% по сравнению с уровнем доходов 2023 г.

$$\begin{cases} Y_t = -5534,18 - 0,25 Y_{t-1} + 0,038 W_t + 0,772 C_t - 0,41 R_t \\ C = 6450,05 + 0,31 Y_t - 0,063 K_t \end{cases} \quad (5.15)$$

Таблица 1 – Частная модель прогнозирования развития деревообрабатывающей отрасли Новгородской области

Год	t	Y(t)	Y(t-1)	K(t)	R(t)	W(t)	C(t)	Y(t) теор
2011	1	821,25	552,11	20610,10	200,60	75116,15	5029,00	1011,36
2012	2	836,08	821,25	21880,80	268,20	73392,83	4824,00	748,89
2013	3	773,52	836,08	24477,60	766,50	75915,20	4648,00	504,71
2014	4	946,26	773,52	27641,80	941,00	86007,19	4832,00	703,80
2015	5	1193,75	946,26	30922,20	4332,10	111820,20	5067,00	738,59
2016	6	1070,56	1193,75	33083,70	4079,40	123657,60	5557,00	1188,04
2017	7	1240,86	1070,56	34518,30	1645,77	124011,60	4670,00	1797,43
2018	8	1833,51	1240,86	35127,30	4206,65	149605,70	5343,00	2294,16
2019	9	2175,08	1833,51	34960,00	1303,92	141803,60	5285,00	2646,18
2020	10	2418,74	2175,08	34960,80	2825,14	141972,10	5237,00	2163,99
2021	11	5010,39	2418,74	46871,70	1475,71	197704,20	4533,00	4321,03
2022	12	3074,00	5010,39	51363,10	995,06	188895,40	4206,00	3197,58
2023	13	2567,50	3074,00	57095,50	740,44	180481,70	3116,00	2645,72
2024	14	3812,85	2567,50	53653,93	2192,10	203516,87	4154,79	3636,14
2025	15	3812,66	3812,85	56335,12	2243,93	214234,85	4063,20	3892,28
2026	16	4125,68	3812,66	59016,31	2295,76	224952,83	3971,61	4148,42
2027	17	4359,93	4125,68	61697,50	2347,60	235670,80	3880,02	4404,55
2028	18	4613,99	4359,93	64378,69	2399,43	246388,78	3788,42	4660,69
2029	19	4863,08	4613,99	67059,88	2451,26	257106,76	3696,83	4916,83
2030	20	5113,41	4863,08	69741,07	2503,09	267824,73	3605,24	5172,96

Источник разработано автором

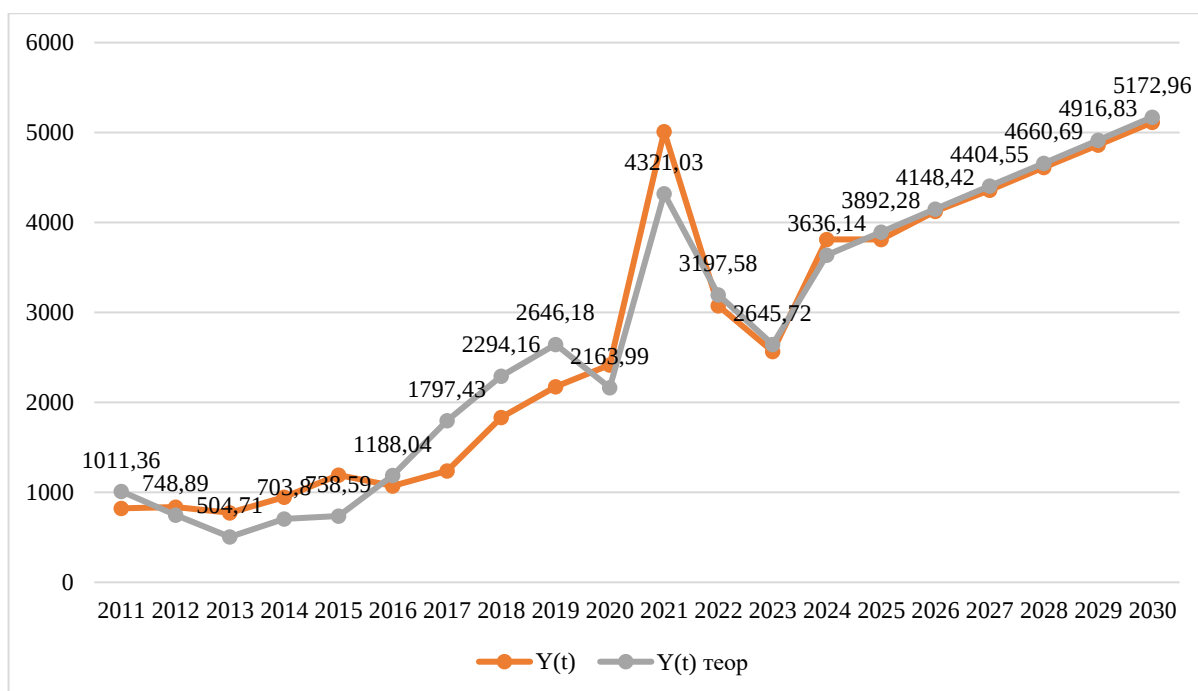


Рисунок 8 – Прогноз доходов и налогов в бюджеты от деятельности организаций деревообрабатывающей отрасли Новгородской области

Источник разработано автором

Анализ прогнозных значений доходов от деятельности лесного комплекса Новгородской области свидетельствует о потенциальном увеличении налоговых поступлений в бюджеты различных уровней, что позволит расширить финансирование социально значимых проектов и программ развития региональной инфраструктуры. Но для реализации прогнозируемого сценария развития лесного хозяйства Новгородской области необходима эффективные методы управления со стороны органов государственной власти, а также координация действий с бизнес-сообществом и научными учреждениями.

Заключение

Разработанная на языке Python модель прогнозирования стратегического развития представляет собой мощный инструмент планирования и прогнозирования, предназначенный для государственных органов и предприятий лесного сектора. Использование Python обеспечивает эффективную обработку больших объемов данных, применение передовых алгоритмов машинного обучения и вынесение обоснованных решений на основе полученных прогнозов. Преимущества модели заключаются в гибкости и адаптивности, возможности включать новые факторные показатели и получать результативные переменные. Пользователи могут настраивать различные параметры, такие как темпы роста разных отраслей лесного комплекса, изменения объёмов расчётной лесосеки и объём заготовки древесины, изменения в технологиях, объёмы производства разных видов продукции, социально-экономические показатели, и много других показателей, с целью оценки их влияния на развитие лесного комплекса. Модель позволяет подбирать переменные показатели деятельности и длину временных рядов, и, таким образом, настраивать и определять степень идентифицируемых уравнений. Модель позволяет разрабатывать вариативные сценарии развития, связанные с различными решениями в области развития лесного комплекса.

Таким образом, модель прогнозирования развития лесного комплекса на Python является ценным инструментом для принятия обоснованных решений в сфере регулирования и планирования деятельности лесного сектора.

Список источников

1. Гагарин Ю.Н. Научный комментарий к стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года // Вопросы лесной науки. 2021. №4. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnyy-kommentariy-k-strategii-razvitiya-lesnogo-kompleksa-rossiyskoy-federatsii-do-2030-goda> (21.07.2025).

2. Головачёв С.А. Координация промышленной и торговой политики в лесном комплексе в условиях внешнеэкономической интеграции // Проблемы современной экономики (Новосибирск). 2011. №3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koordinatsiya-promyshlennoy-i-torgovoy-politiki-v-lesnom-komplekse-v-usloviyah-vneshneekonomicheskoy-integratsii> (09.07.2025).

3. Гордеев Р.В., Пыжев А.И. Перепутье российской лесной промышленности // Всероссийский экономический журнал ЭКО. 2023. №5 (587). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pereputie-rossiyskoy-lesnoy-promyshlennosti> (11.01.2025).

4. Зоткина А. А. Интерфейс прикладного программирования / А. А. Зоткина, Н. С. Шиндина // Современные информационные технологии. – 2022. – № 36(36). – С. 79-82. – DOI 10.46548/CIT-2022-0036-0018.

5. Назарова А.К., Медведев С.О., Зырянов М. А., Соколова Е.В. Лесная промышленность: современные и актуальные изменения // Московский экономический журнал. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lesnaya-promyshlennost-sovremennye-i-aktualnye-izmeneniya> (26.12.2024).

6. Колесник В.Г., Синятуллина Л.Х. Система государственного управления лесным комплексом: текущая ситуация и основные проблемы // Вопросы государственного и муниципального управления. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-gosudarstvennogo-upravleniya-lesnym-kompleksom-tekuschaya-situatsiya-i-osnovnye-problemy> (13.12.2024).

7. Колесникова Т.Г., Петрунин Н. А, Смоленникова Л.В. Инвестиционный контур экономической безопасности лесного комплекса // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/investitsionnyy-kontur-ekonomicheskoy-bezopasnosti-lesnogo-kompleksa> (09.07.2025).

8. Кузнецов Н.В., Побываев С.А. Мониторинг разработки и реализации документов стратегического планирования: ключевые аспекты // Общество: политика, экономика, право. 2020. №5 (82). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-razrabotki-i-realizatsii-dokumentov-strategicheskogo-planirovaniya-klyuchevye-aspekty> (01.03.2025).

9. Медведев С.О., Назарова А.К. Пути совершенствования государственной политики в лесной отрасли // Общество: политика, экономика, право. 2025. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-sovershenstvovaniya-gosudarstvennoy-politiki-v-lesnoy-otrasli> (10.05.2025).

10. Миндели Л.Э., Остапюк С.Ф., Фетисов В.П. Роль мониторинга в стратегическом планировании научно-технологического развития // Инновации. 2019. №3 (245). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-monitoringa-v-strategicheskom-planirovanii-nauchno-tehnologicheskogo-razvitiya> (01.03.2025).

11. Мирин Р.А. Проблемы лесопромышленного комплекса Российской Федерации // E-Scio. 2018. №6 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-lesopromyshlennogo-kompleksa-rossiyskoy-federatsii> (23.12.2024).

12. Павленков Иван Михайлович Мониторинг стратегического плана муниципального образования // Московский экономический журнал. 2021. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-strategicheskogo-plana-munitsipalnogo-obrazovaniya> (05.04.2025).

13. Пинягина Н. Б. Стратегические приоритеты развития лесного комплекса России / Н. Б. Пинягина, А. А. Савицкий, Н. С. Горшенина // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2016. – Т. 20, № 6. – С. 53-66.

14. Сангадиева И.Г., Очирова Е. Л. Роль государства в развитии лесного хозяйства России // Символ науки. 2015. №9-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-gosudarstva-v-razviti-lesnogo-hozyaystva-rossii> (13.01.2025).

15. Соколов В.А., Горяева Е.В., Втюрина О.П. О стратегии развития лесного комплекса России // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-strategii-razvitiya-lesnogo-kompleksa-rossii> (10.01.2025).
16. Сушко О. П. Методологические аспекты формирования механизмов хозяйственной деятельности лесного комплекса в России / О. П. Сушко // Региональная экономика: теория и практика. – 2024. – Т. 22, № 1(520). – С. 174-189. – DOI 10.24891/re.22.1.174.
17. Сушко О. П. Прогнозирование ценовой динамики целлюлозно-бумажной продукции российских и мировых производителей / О. П. Сушко, А. В. Пластинин ; Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2015. – 136 с. – ISBN 978-5-261-01076-0. –
18. Сушко О. П. Структурное моделирование развития лесного кластера / О. П. Сушко, А. В. Пластинин // Финансовая экономика. – 2020. – № 10. – С. 99-103.
19. Сушко О. П. К вопросу прогнозирования цен на мировом рынке на продукцию целлюлозно-бумажной промышленности / О. П. Сушко, А. В. Пластинин, Н. А. Шиловская // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2013. – № 6(336). – С. 135-151.
20. Шишелов М.А., Носков В.А. Оценка ресурсной эффективности лесного комплекса России: методология и практика // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-resursnoy-effektivnosti-lesnogo-kompleksa-rossii-metodologiya-i-praktika> (09.07.2025).
21. Sushko O. P. Model of determination and forecasting of prices of forest products using the example of pulp / O. P. Sushko, A. V. Platinin // E3S Web of Conferences : International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2023, Novosibirsk, Russia, 16–19 мая 2023 года. Vol. 402. – Novosibirsk, Russia: EDP Sciences, 2023. – P. 13007. – DOI 10.1051/e3sconf/202340213007.

Сведения об авторе

Мураев Игорь Геннадиевич, к.э.н., заместитель председателя Правительства Архангельской области, г. Архангельск, Россия

Information about the author

Muraev Igor Gennadievich, Candidate of Economics, Deputy Chairman of the Government of the Arkhangelsk Region, Arkhangelsk, Russia