

СЦЕНАРИИ ВОЗМОЖНОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСОВ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ДО 2080 ГОДА

© 2017 А.В. Любимов¹, А.В. Грязькин¹, А.Н. Крючков²,
Кхумало Номагсино Номалунгелло¹, Чан Хау Тхин¹, С.В. Саксонов³

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

² Тольяттинское отделение русского ботанического общества, г. Тольятти

³ Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 29.03.2016

Приведены результаты разработки сценариев развития лесов Новгородской области на период до 2089 года, характеристик параметров лесопользования и возобновления, сделанные на основе использования матричных моделей. При разработке сценариев были учтены как естественные условия роста лесов, так и результаты хозяйственной деятельности. Предложены два наиболее реалистичных сценария экологически безопасного использования лесных ресурсов, которые обеспечивают устойчивое развитие лесов региона.

Ключевые слова: запас, прирост, фитомасса, база картографических и атрибутивных данных, математико-статистическое моделирование, матричная модель, лесопользование, естественное возобновление, лесные культуры, уход за лесом, прогноз динамики запасов.

Целью исследования является разработка сценариев возможного развития лесов Новгородской области на период до 2080 года. Сценарии должны ответить на вопрос о том, что произойдет с лесными ресурсами при сохранении ранее выявленных тенденций роста и различных режимах лесопользования: от максимального использования прироста древостоев до предельно щадящего режима, каким образом можно было бы приблизиться к структуре «нормального леса» и обеспечить устойчивое развитие лесного комплекса Новгородской области.

Европейскими исследователями [1] и специалистами СПбГЛТУ [2] разработаны сценарии развития лесов практически всех стран Европы, а также Ленинградской, Архангельской, Псковской областей и республики Коми. Единая методика сбора и обработки информации, единый подход к результатам расчетов и анализу вариантов обеспечили сравнимость сценариев и выявление тенденций на межрегиональном и европейском уровнях.

При разработке сценариев возможного развития лесов Новгородской области в качестве

основной классификационной категории был использован тип леса - прямой перевод с английского (**forest type**). В данном случае этот термин не несет смысловую нагрузку, принятую в лесоведении. Тип леса – это укрупненная хозяйственная секция, т.е. пространственно неопределенная совокупность древостоев, объединенных одной преобладающей породой (или группой пород) и относительно близкой продуктивностью. Достоверность получаемых результатов прямо связана с размером анализируемого лесного массива и укрупнение объекта ведет к повышению точности результатов. В настоящее время целесообразным является создание моделей динамики лесных ресурсов и разработка сценариев их возможного использования для субъекта федерации в целом (с последующей детализацией результатов в зависимости от уровня решаемых задач).

Для лесов Новгородской области было образовано 16 «хозяйственных секций» или, в соответствии с принятой методикой и терминологией, «типов леса», которые и были использованы в качестве исходных данных при моделировании и разработки сценариев.

Модифицированный вариант матричной модели EFISCEN-C использован национальными и международными организациями для изучения эффекта воздействия промышленных выбросов в атмосферу на рост европейских лесов, а также для оценки лесных ресурсов на региональном, национальном и общеевропейском уровнях [3,4]. Модель использует базовую лесостроительную информацию, доступную для абсолютного большинства европейских стран.

С помощью данной модели может учитываться не только естественный рост древостоев,

Любимов Александр Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. E-mail: lyubimoff@yandex.ru
Грязькин Анатолий Васильевич, доктор биологических наук, профессор. E-mail: frontera12@gmail.com
Крючков Андрей Николаевич, кандидат географических наук, член русского ботанического общества. E-mail: land-1967@yandex.ru
Кхумало Номагсино Номалунгелло, инженер. E-mail: gcinok@yahoo.com
Чан Хау Тхин, аспирант. E-mail: thindhv@gmail.com
Саксонов Сергей Владимирович, доктор биологических наук, профессор, заместитель директора. E-mail: sv saxonoff@yandex.ru

но и результаты хозяйственной деятельности. В частности, влияние рубок ухода (что позволяет более реально моделировать рост древостоев после очередного приема рубки).

В данной модели лес представлен в виде распределения площадей, отнесенных к определенному типу по классам возраста и запаса. Подобная матрица составляется на каждую классификационную категорию. На рис. 1. приведен пример матрицы, характеризующей распределение лесных площадей некоторого типа по классам возраста и ступеням запаса. Количество ступеней запаса и величина ступени определяются в зависимости от характеристики данного типа. Количество классов возраста определяется исходными данными. Ширина ступени запаса определяется с помощью параметра X_1 , который задает верхний предел первой ступени запаса. Этот параметр задается отдельно для каждой классификационной категории. Каждая клетка матрицы является независимой, но взаимосвязанной характеристикой анализируемой единицы классификации.

Функции роста определяются по исходным данным - возрасту и проценту прироста по объему. Это означает, что каждая функция обязательно относится к изменениям конкретной серии запасов с возрастом; серии средних запасов

Средний запас в клетке «запас-возраст» вычисляется из средних по возрастным сериям.

Хозяйственные мероприятия могут учитываться на двух уровнях моделирования. Во-первых, для каждого типа в виде основ ведения лесного хозяйства (отнесение к определенной хозяйственной секции уже предполагает определенную систему ведения лесного хозяйства) Это теоретический режим лесного хозяйства (мероприятия, которые должны быть выполнены в обязательном порядке) и данные рекомендации могут быть найдены в наставлениях и справочниках на региональном уровне.

Во-вторых, общий режим пользования должен быть уточнен в зависимости от особенностей конкретных регионов и в определенные периоды времени. Такого рода модель может корректироваться в зависимости от современного состояния лесов и объемов заготовки. В дальнейшем, при проектировании лесовосстановления необходимо учесть древесные породы, главные для данного региона.

Рубки моделируются динамикой вероятностей рубок в зависимости от возраста древостоя. Срубленная часть выводится из матрицы и включается в класс не покрытых лесом земель. Режим рубок можно получить из инструкций, таблиц хода роста и других источников, таких, как статистические отчеты.

Для вычисления рядов распределения используют три переменные: (а) средний запас на гектаре, (б) коэффициент вариации запаса на

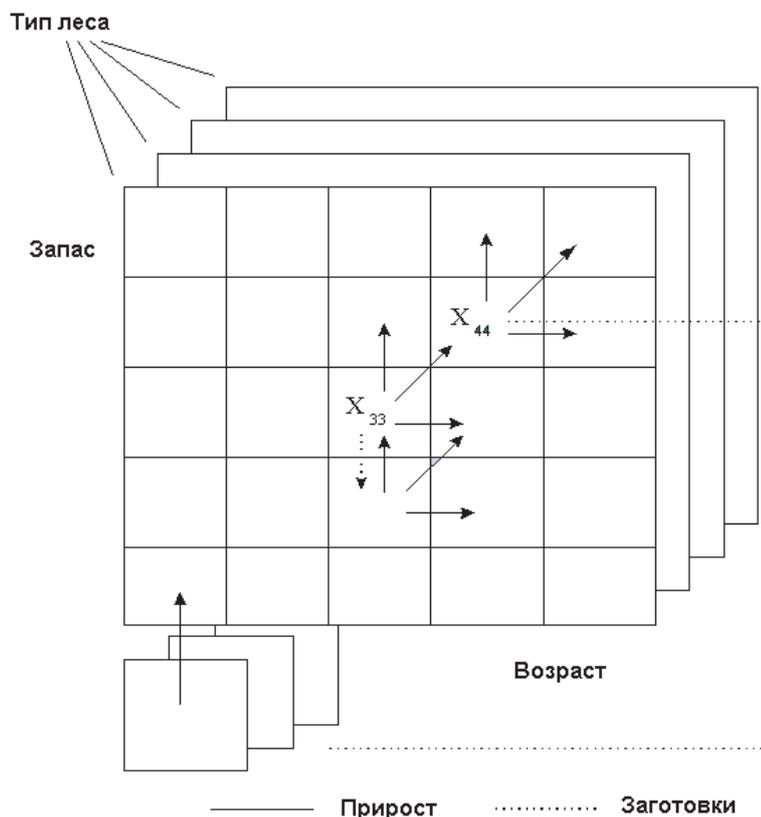


Рис. 1. Матрица площадей и запасов (Nilsson et al. 1992)

гектаре, и (с) корреляция между запасом на гектаре и возрастом (или классами возраста).

Динамика роста анализируемого типа оценивается по пятилетиям в процентах от запаса растущего леса. Действительный процент прироста объема для данного класса возраста вычисляется по исходным данным - приросту и среднему запасу на гектар.

Лесовозобновление моделируется перемещением площадей из непокрытых лесом земель в первый класс возраста и запаса. Величина площади, которая должна переводиться в данный момент, определяется специальным показателем - коэффициентом «молодняков», который выбирается в зависимости от интенсивности хозяйственной деятельности. Данный параметр (в процентах) назначается по пятилетиям в соответствии с шагом проектирования. При возобновлении леса может быть изменена главная порода, как в целом, так и по отдельным участкам (лесничествам).

Для использования модели были собраны следующие исходные данные: площадь, приходящаяся на класс возраста (га); запас на 1 га класса возраста ($\text{м}^3 \text{га}^{-1}$) и прирост без учета естественного отпада с расчетной единицы. Для исследования были выбраны следующие древесные лесообразующие породы: сосна обыкновенная (*Pinussylvestris*), ель европейская (*Piceaabies*), береза (*Betulapedula* и *Betularubescens*); все другие лиственные, главным образом - осина (*Populustremuloides*) и ольха черная (*Alnusglutinosa*). Для каждой древесной породы были сформированы по две совокупности: нормальной (I - III) и пониженной (IV - Va бонитетов) продуктивности.

Величины приростов, полученные при инвентаризации Российских лесов не могут быть

использованы непосредственно, так как методика их определения не учитывает естественного отпада и рубок ухода - прирост вычисляется как разность запасов, деленная на продолжительность класса возраста.

Для определения размеров прироста были использованы данные таблиц хода роста, рекомендованные для использования на Северо - Западе РФ [5].

В дополнение к этому, величина приростов определялась для каждой группы производительности насаждений (I - III) и (IV - Va) классов бонитета. Для ели, березы и группы лиственных были использованы величины приростов, соответствующие II и III классам бонитета, а для сосны - III и IV. В данном исследовании совокупности насаждений нормальной производительности обозначен номером 1, а пониженной - 2.

В процессе исследования были просчитаны 5 стандартных сценариев развития лесов Новгородской области до 2080 года (рис. 2):

- 1) в соответствии с таблицами хода роста, «табличный»;
- 2) как продолжение существующей практики;
- 3) максимальное использование прироста без изменения существующих показателей лесного фонда;
- 4) в режиме относительно быстрого восстановления лесозаготовительного комплекса Новгородской области;
- 5) щадящий режим пользования лесными ресурсами; режим хозяйства, направленный сохрание и улучшение окружающей среды.

Версия 1). «Табличный сценарий» основан исключительно на теоретических предписаниях, нормативах и запасах, приведенных в таблицах хода роста нормальных и модальных насаж-

Таблица 1. Пример исходных данных для одного «типа леса»: сосна, класс СОСНА, класс производительности 1, условный район – Маревский

Класс возр. (лет)	Площадь (га)	Запас на 1 га. ($\text{м}^3/\text{га}$)	Прирост $\text{м}^3/\text{га.год}$
10	1010	15	2.0
30	3843	107	3.8
50	2445	189	5.3
70	5135	229	5.6
90	4339	248	5
110	1853	244	3.6
130	1165	240	2.4
150	534	235	1.8
170	34	200	1.5
190	0	0	1.3
210	0	0	1.1
230	0	0	1

дений. Задача сценария - привести «тип леса» в соответствие с нормативными насаждениями, характеристика которых приведена в таблицах хода роста (если в лесном фонде имеется много спелых и перестойных насаждений, модель постарается убрать их как можно быстрее).

Версия 2). При разработке второго сценария предполагают, что объем лесопользования 2015 года останется неизменным на протяжении расчетного периода. При этом исходят из предположения, что лесная промышленность преодолела имевшиеся трудности и успешно развивается в течение последующего 50-летнего периода, используя стабильный объем заготовки и глубокую переработку древесины. Объемы заготовок (млн. м³), которые были использованы для расчетов, проиллюстрированы на рис. 2 - около 3 млн. м³ с резкой депрессией в конце 90-х годов прошлого века.

Версия 3). Режим максимальных заготовок, направленный на сохранение существующего в настоящее время среднего запаса на 1 га и других характеристик лесного фонда. Для достижения этого уровня были использованы следующие показатели лесопользования (млн. м³×год⁻¹):

	2015	2021	2026	2031	2036
Хвойные, всего	1.21	1.18	1.5	2.2	2.7
В том числе: рубки ухода	0.01	0.02	0.03	0.06	0.07
Лиственные, всего	2.05	2.51	2.9	3.1	3.6
В том числе: рубки ухода	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05

Версия 4). Сценарий построен на предположении, что мощности лесозаготовок на Северо-Западе РФ полностью восстановятся в течение 10 - летнего периода - к 2035 году. К этому времени экономика Новгородской области восстановится настолько, что инвестиции смогут быть сделаны в развитие инфраструктуры лесозаготовительной промышленности и обеспечить высокий уровень заготовки древесины, ее последующую переработку (и экспорт). После 2035 года объем лесозаготовок будет возрастать примерно на 2-4% в год, что позволит обеспечить следующие объемы лесопользования (млн. м³ × год⁻¹):

	2015	2025	2035	2045	2055
Всего, хвойные	1.21	1.5	2.7	3.3	3.9
В том числе: рубки ухода	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08
Всего, лиственные	2.5	2.9	3.6	3.99	4.7
В том числе: рубки ухода	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07

* Несмотря на то, что данные на каждое пятилетие не приведены в таблице, они использованы в процессе моделирования.

Версия 5). Ведение хозяйства в условиях полностью восстановленной экономики, но с соблюдением правил охраны биоразнообразия, сохранения естественных насаждений и применением научно - обоснованных технологий заготовки леса. Это достигается с помощью:

А): прекращением рубок перестойных насаждений, которые к 2015 году достигли определенного возраста. Рубки должны быть прекращены в сосняках и ельниках, которые к 2015 году достигли 150 - летнего возраста. Выполнение этого требования приводит к исключению из расчета пользования около 15000 га. Для березы и других лиственных рубка должна быть прекращена в насаждениях, достигших к 2015 году 95 - летнего возраста. Это добавляет еще примерно 8500 га. Всего около 2,7% покрытой лесом площади должны быть исключены из расчета пользования для выполнения требований по охране естественных насаждений.

В). Вторым условием является увеличение доли рубок ухода, постепенных и выборочных рубок в общем объеме заготовок. В настоящее время доля не сплошных рубок составляет 19% от общего объема заготовок. В данном сценарии предполагается, что сплошные рубки составят только 50% к концу расчетного периода. Выполнение этого требования становится возможным при следующих объемах лесозаготовок:

Прогноз динамики лесов Новгородской области. При прогнозе динамики лесов Новгородской области учитывались следующие особенности:

- Объем пользования назначался отдельно для хвойных (в том числе для сосны и ели) и лиственных (береза, осина и другие лиственные), а также для ценных широколиственных пород. Для каждой группы пород были определены объемы всех видов рубок, а также объем тех фракций древесины, которые действительно вывозятся.

- Прогноз динамики лесов в течение многих десятилетий связан с учетом многих биологических и экологических факторов. Многие из них учитывались при составлении функции роста, которая вычислялась по материалам лесосустройства.

- Функции роста применялись для вычисления изменений в матрице. Если скорость роста меняется под влиянием различных факторов, это учитывалось с помощью специальной функции (The transition possibilities).

	2015	2035	2055	2065	2080
Хвойные, всего	1.21	1.5	2.7	3.3	3.99
В том числе: рубки ухода и не сплошные рубки	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09
Лиственные, всего	2.5	2.9	3.6	3.99	4.89
В том числе: рубки ухода и не сплошные рубки	0.02	0.03	0.04	0.05	0.08

Результаты моделирования приводятся в совокупности сведений о динамике запасов, приростов, распределении таксационных показателей по классам возраста, количество древесины, заготовленной в порядке всех разрешенных рубок, сведения о биомассе и порубочных остатках.

Сценарии динамики лесного фонда Новгородской области на период до 2080 года.

Ретроспективный анализ состояния лесов Новгородской области за 20 - летний период показывает, что область располагает лесными ресурсами, уникальными по породному составу, производительности насаждений и биологическому разнообразию лесных экосистем [Литвинова, 2003].

Определение близких к оптимальным объемов заготовки древесины без ухудшения экологической обстановки в регионе, а также путей обеспечения устойчивого развития лесов и является основной задачей прогнозирования. **Целью данного исследования является не разработка готовых решений, а подбор вариантов, из числа которых может быть выбрано или сформировано лучшее (близкое к оптимальному) решение в зависимости от принятой государственной и региональной лесной политики.**

Сценарии должны ответить на вопрос о том, что произойдет с лесными ресурсами при сохранении ранее выявленных тенденций роста и различных режимах лесопользования: от максимального использования прироста древостоев до предельно щадящего режима; каким образом можно было бы приблизиться к структуре «нормального леса» и обеспечить устойчивое развитие лесного комплекса Новгородской области.

Результаты расчетов по различным сценариям представлены на рис. 3 – 5 с комментариями.

Результаты моделирования, проиллюстрированные на рис. 3-5 свидетельствуют о том, что реализация большинства сценариев не приводит к снижению средних запасов насаждений на 1 га и только для сценария устойчивого раз-

вития к 80-м годам наблюдается стабилизация средних запасов на уровне 2015 года.

Максимальное увеличение средних запасов со 172 м³/га в 2015 г. до 217 м³/га в 2080 г. Наиболее значительно увеличиваются средние запасы на 1 га в ельниках нормальной и повышенной производительности. В лиственных насаждениях средние запасы увеличиваются почти на 20%, тогда как средние запасы сосняков остаются практически на прежнем уровне.

Аналогичная тенденция наблюдается и при реализации сценария с увеличением объемов рубок ухода. В данном случае происходит увеличение запаса со 172 до 209 м³/га за 50-летний период.

Для сценария «максимально-устойчивый уровень рубок» был определен максимальный уровень рубок, при котором средний запас на га остается примерно на уровне 2015 года в течении 50 лет: 6.32 млн. м³ (расчетная лесосека 2015 г. по Новгородской области составляла 6.9 млн. м³).

В настоящий момент в лесах Новгородской области преобладают спелые, перестойные и средневозрастные насаждения. Они занимают 62% площади лесов и представлены в основном сосняками и березняками. Молодняки занимают только 15% лесных площадей за исключением ельников, в насаждениях которых молодняки составляют 40%.

Особенно резкое старение лесов произойдет при сохранении лесозаготовок на уровне 2,9 млн. м³ (41% от расчетной лесосеки). В этом случае средний возраст насаждений увеличивается с 56 (в 2015 г) до 79 лет в 2080 году.

Наиболее неблагоприятное положение складывается в березняках нормальной и повышенной производительности. К 2080 г. может произойти резкое накопление спелых и перестойных березняков с увеличением среднего возраста с 53 лет до 78.

Преобладающие в настоящее время средневозрастные сосняки к окончанию периода моделирования перейдут в категорию спелых и средний возраст сосняков составит 82 года.

Менее ярко данная тенденция проявляется в ельниках. Через 50 лет преобладающие еловые молодняки перейдут в группу средневозрастных, но даже в этом случае, средний возраст ельников к 2080 году в целом увеличится с 49 до 80 лет.

Реализация сценария с максимально возможным увеличением объема рубок приводит к выравниванию возрастной структуры лесов области в целом. Необходимо отметить, что при использовании данного подхода к лесопользованию к 2080 году в молодняках будут абсолютно преобладать березняки, средневозрастные будут представлены ельниками, а спелые – березой. Средний возраст по породам увеличивается незначительно: с 56 лет до 62 лет. Для сосняков

прогнозируется к 2080 г. снижение среднего возраста с 72 до 62 лет.

Следствием старения лесов Новгородской области является существенное снижение среднего прироста во всех классификационных категориях насаждений. Наиболее резкое снижение прироста от 3.14 м³/га до 2.0 м³/га наблюдается при продолжении существующего уровня лесозаготовок. Практически во всех рассмотренных случаях интенсивность использования земель лесного фонда снижается, несмотря на постоянное накопление запасов.

Лесопользование в период до 2061 г. является продолжением существующей практики лесозаготовок (табл. 2).

Сплошные санитарные рубки: (по прочим рубкам): всего за 2005 год – 52,6 тыс. м³, в т.ч. хвойные – 34,5 тыс. м³

Рекомендации по объему лесопользования в Новгородской области на срок до 2080 г. Наиболее реалистичными из рассмотренных являются два сценария - **Активного функционирования лесозаготовительного комплекса и Постоянного и непрерывного лесопользования с сохранением и улучшением окружающей среды.**

Сценарии показывают, что возвращение к объемам лесопользования конца 80-х с по-

следующим 2%-м увеличением общего объема лесопользования в год вполне возможно и оправдано для региона. Необходимый объем лесопользования (5,7 млн. м³ год⁻¹) легко реализуется и приводит к конечному увеличению среднего запаса на га до 290 м³ га⁻¹. В соответствии с этим сценарием к 2080 году накопление спелых и перестойных древостоев все же произойдет, но не настолько резкое, как при реализации других сценариев.

Средний общий годичный прирост остается довольно устойчивым и равным примерно 4 м³ га⁻¹.год⁻¹.

Моделирование динамики покрытых лесом земель в соответствии со экологически ориентированным сценарием (№5) доказывает, что возврат к уровню лесопользования, принятого в 80-х с 2% ежегодным увеличением лесопользования до 2080 года возможен, даже при исключении из расчета пользования части перестойных хвойных насаждений и 50% замене сплошных рубок постепенными и выборочными.

В соответствии с данным сценарием средний запас на гектар к 2080 году составит 276 м³ га⁻¹. В результате исключения из расчета пользования перестойных насаждений, площадь спелых и перестойных насаждений резко увеличится к

Таблица 2. Фактическая заготовка древесины с 1985 по 2005 гг.

	1985	1991	1995	1996	1998	2001	2005
Хвойн., Σ	1091,4	1253,6	1385,5	1065,1	400,3	1213,2	1175,9
т.ч.: р./у.	139,0	135,0	91,0	120,0	102,2	98,9	164,6
Листв., Σ	2049,0	1707,4	1384,6	1083,9	1171,9	1867,8	2506,4
в т.ч.: р./у.	105,0	230,0	120,0	97,0	137,1	119,9	158,3
Хв./лист., Σ	3140,4	2961,0	2770,1	2049,0	2072,2	3081,0	3682,3
в т.ч.: р./у.	244,0	365,0	211,0	217,0	234,3	218,8	322,9

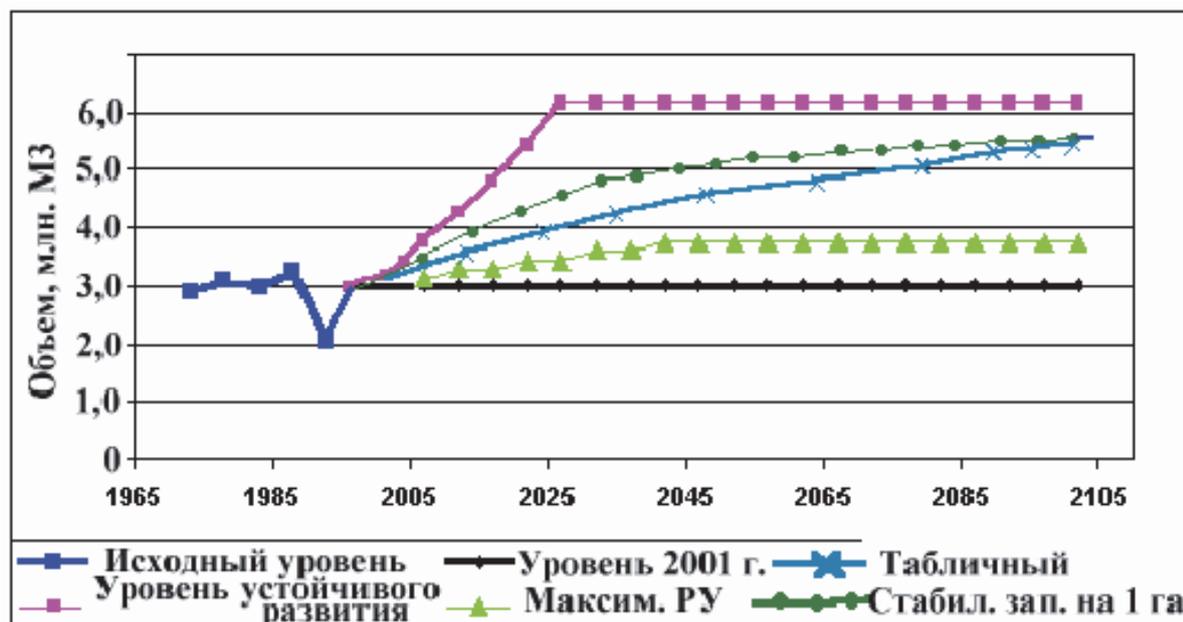


Рис. 2. Траектории сценариев динамики лесов Новгородской области до 2080 года

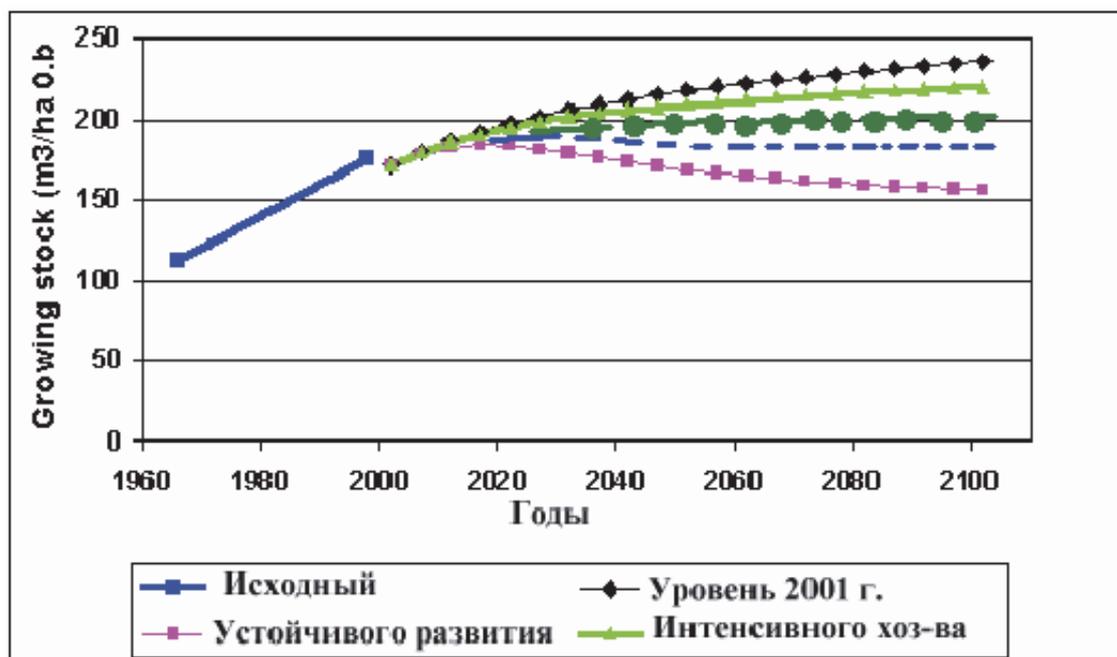


Рис. 3. Прогноз динамики средних запасов (м^3) на 1 га в лесах Новгородской области

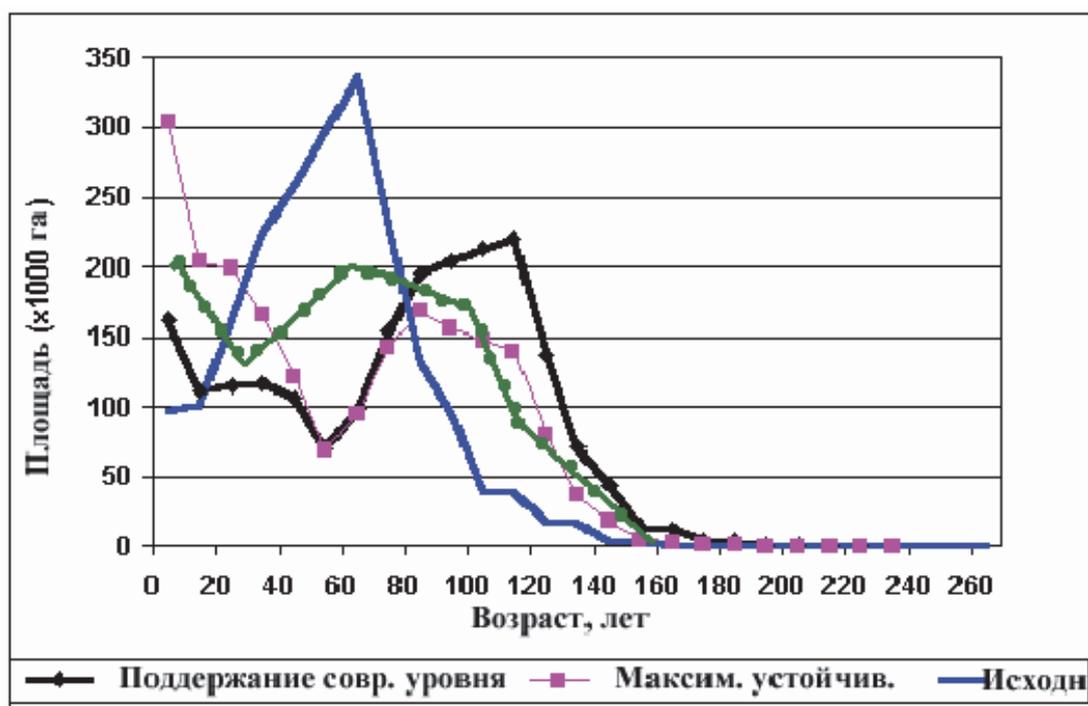


Рис. 4. Динамика возрастной структуры насаждений Новгородской области

2080 году - намного больше, чем по предыдущей версии. Именно поэтому общий годичный прирост уменьшится с $4,2 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ в 2015 году до $3,6 \text{ м}^3 \text{ га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ в 2080.

Постоянно увеличивающиеся площади перестойных насаждений могут серьезно осложнить обстановку в регионе. Накопление к 2080 году 1,16 млн. га перестойных насаждений являются пределом, переходить который нецелесообразно по хозяйственным соображениям: именно этот предел может обеспечить длитель-

ное пользование на уровне $6,9 \text{ млн. м}^3$ в год.

Результаты анализа особенностей развития лесов Новгородской области в соответствии со всеми пятью сценариями показывают, что восстановление уровня лесопользования времен середины - конца 80-ых является не только возможным, но и необходимым как по экономическим, так и по лесоводственным соображениям.

Максимум биологической продуктивности лесов Агентства лесного хозяйства Новгородской области, определенный в результате дан-

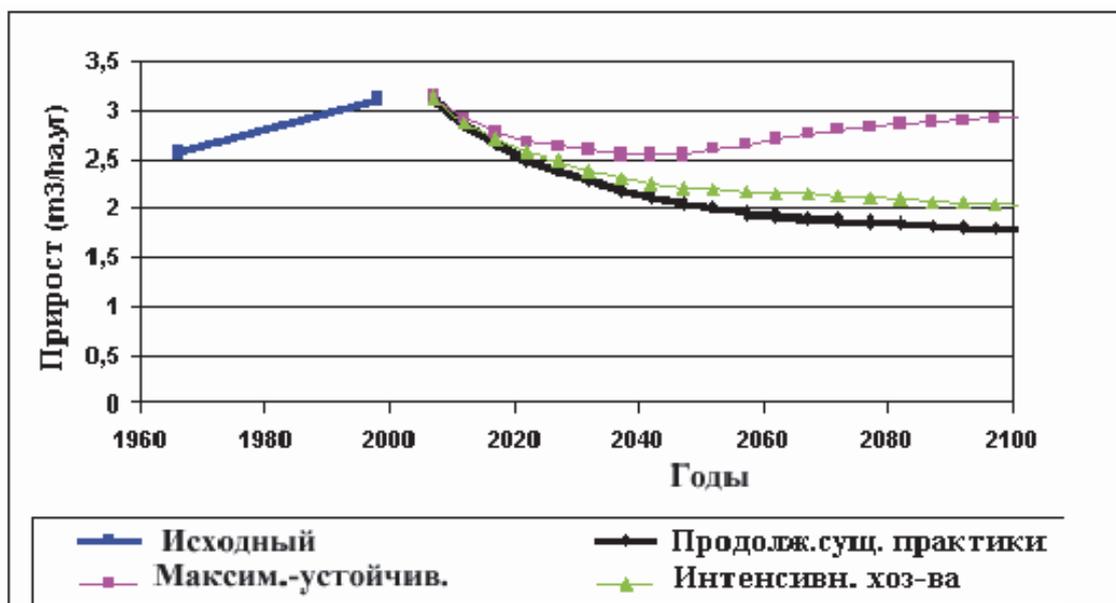


Рис. 5. Прогноз динамики приростов в лесах Новгородской области

ного исследования оказался равным 3,2 млн. м³ в год. Наиболее реалистичным путем развития лесов можно было бы считать выход к 2061 году на уровень лесопользования, равный 2,2 млн. м³ в год. Однако, при данном объеме лесопользования продолжается быстрое накопление площадей и запасов спелых и перестойных древостоев по всем породам и, особенно, по лиственным.

Особый интерес представляют результаты расчета по последней (пятой) версии. Результаты расчета показывают, что экологически обоснованный сценарий позволяет полностью обеспечить лесопользование на уровне 2,6 млн. м³ в год (по хвойным). Более того, этот уровень может быть достигнут при исключении из лесопользования 22% покрытых лесом земель (перестойных насаждений, особо ценных для сохранения структурного и биологического разнообразия).

Устойчивое развитие лесов обеспечивается даже при ежегодном в течение 20 лет 2% увеличении уровня лесопользования середины 80-ых. В случае реализации данного сценария, накопление спелых и перестойных древостоев прекратится к окончанию расчетного периода.

Реализация 3 и 4 сценариев развития лесов приводит к большему выравниванию возрастной структуры, тогда как 5 сценарий обеспечивает управляемое накопление перестойных насаждений. Например, в соответствии с 5 сценарием к 2080 году в лесах Новгородской области будет накоплено 71820 га хвойных и лиственных насаждений, относящихся к 12 классу возраста и старше. По 4 сценарию - только 44520. Это помогает прийти к выводу о возможности (и необходимости) максимального использования вариантов 5 сценария при стратегическом и оперативном планировании лесопользования.

В чистом виде пятый сценарий предполагает постоянное накопление перестойных насаждений: до 0,26 млн. га к 2081 году. Практическая реализация такого развития событий невозможна без жесткой законодательной поддержки. Более реалистичной была бы политика выведения из хозяйственной деятельности строго определенной части древостоев на весь прогнозируемый период. Даже в этом случае потребуются интенсификация лесного хозяйства и лесозаготовок региона: уменьшение площадей, пройденных сплошными и постепенными рубками, разработка и применение технологий выборочных рубок, максимально приближенных к процессам естественного изреживания.

Полученные в результате расчетов данные могут быть использованы представителями властных структур региона и страны для разработки сбалансированной с государственной региональной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магассуба М., Любимов А.В., Мурахтанов Е.С. Прогнозирование динамики лесного фонда крупных регионов на длительную перспективу // Вестник МАНЭБ. 2002. Т.7. № 5. С. 22-32.
2. Любимов А.В., Минаев В.Н., Магассуба и др. Математико-статистические модели насаждений для совершенствования традиционных методов дешифрирования аэрофотоснимков/ Вестник МАНЭБ. 2003. т. 8. № 2. С. 8-14.
3. Кузнецов В.И. Математическая модель эволюции леса: дисс. ... канд. физ.-мат. наук. М, 1998
4. Козлов Н.И., Кузнецов В.И. Численное моделирование динамики лесных покровов. Препринт ИПМРАН № 59. М., 1991.
5. Лесная таксация и лесоустройство: учебник для

средних специальных учебных заведений по спец.
3101 «Лесное хозяйство» / Н.Н. Гусев, В.В. Загреев,

А.Г. Мошкалев, Ш.А. Селимов [под ред. д-ра с.-х. наук
проф. В. В. Загреева]. М.: Экология, 1991. 383 с.

ELABORATION OF THE FOREST RESOURCES DEVELOPMENT SCENARIOS FOR NOVGOROD REGION UP TO THE YEAR OF 2080

© 2017 A.V. Lyubimov¹, A.V. Griazkin¹, A.N. Kryuchkov²,
Khumalo Nomagcino Nomalungello¹, Trun Hau Thin¹, S.V. Saksonov³

¹ St. Petersburg State Forestry University

² Togliatti Branch of the Russian Botanical Society, Togliatti

³ Institute of Ecology of Volga Basin of RAS, Togliatti

This article is dealt with forestry scenarios elaboration with realization of matrix method of modeling. Development of forecast for forest resources increase – decrease ratios in long and short run perspectives is proposed. As a result of investigation two ecology based scenarios were recommended. As a result of the forest resources utilization the general improvement of environment is expected. Ecology based rates of the forest resources harvesting and scientifically approved net of the strictly protected areas creates sustainability of Novgorod region environment.

Keywords: stock, increment, phytomass, base of cartographic and attributive data, mathematical-statistical modeling, matrix model, forest use, natural renewal, forest cultures, forest care, forecast of reserve dynamics.

Alexandr Lyubimov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor. E-mail: lyubimofff@yandex.ru

Anatoly Griazkin, Doctor of Biology, Professor. E-mail: frontera12@gmail.com

Andrey Kryuchkov, Candidate of Geography, Member of the Russian Botanical Society. E-mail: land-1967@yandex.ru

Khumalo Nomagcino Nomalungello, Engineer. E-mail: gcinok@yahoo.com

Tran Hau Thin, Post-Graduate Student. E-mail: thindhv@gmail.com

Sergey Saksonov, Doctor of Biology, Professor, Deputy Director. E-mail: svsexonoff@yandex.ru