



Анализ устойчивости лесопользования в случае принятия новых законодательных инициатив на примере 100-километровой зоны вокруг Сегежского целлюлозно- бумажного комбината¹

Е. Лопатин, д-р с.-х. наук (Финляндия), канд. с.-х. наук (Россия), Институт природных ресурсов Финляндии (LUKE), научный руководитель проекта www.forestrycloud.com; **М. Тришкин**, аспирант Университета Восточной Финляндии, директор проекта www.forestrycloud.com; **К. Кобяков**, WWF России; **А. Шипилов**, сотрудник проекта www.forestrycloud.com; **Т. Лейнонен**, **Т. Карьялайнен**, д-р с.-х. наук, профессор, Институт природных ресурсов Финляндии (LUKE)

Для обеспечения ресурсами целлюлозно-бумажных комбинатов и производства биоэнергии Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации было предложено внести изменения в лесохозяйственные нормативы, а именно снизить возраст рубки в лесах вокруг действующих предприятий. Целью настоящего исследования являлась оценка возможных последствий введения этой законодательной инициативы на примере буферной зоны в 100 км от Сегежского целлюлозно-бумажного комбината. На основе анализа распределения запасов древесины в лесах буферной зоны проведено моделирование прироста, рубки и возобновления древостоев с учетом их транспортной доступности. Сравнение результатов моделирования позволило оценить влияние новых законодательных инициатив на устойчивость лесопользования в районе исследования. Методика исследования и разработанное программное обеспечение могут быть использованы для оценки влияния интенсификации лесопользования российскими лесопромышленными предприятиями.

Введение

Увеличение доходов, полученных в результате использования и охраны лесов, является одной из приоритетных за-

дач государственной лесной политики. Ожидается, что доходы от лесопользования возрастут в результате интенсивного ведения лесного хозяйства и ускоренного лесовосстановления. В марте 2014 года сенаторы от различных регионов — Геннадий Горбунов от Астраханской области, Константин Добрынин от Архангельской области, Людмила Кононова от Архангельской области и Михаил Пономарев от Тюменской области — внесли в Госдуму проект закона, изменяющего правила заготовки древесины. В частности, было предложено разрешить предприятиям назначать в рубку древостои не по возрасту, а по среднему диаметру ствола. Такие правила, считают сенаторы, удобнее для бизнеса. По подсчетам авторов законопроекта, в результате внедрения изменений ожидается увеличение налоговых платежей в бюджеты всех уровней на 5–7 млрд руб.²

На совещании в Архангельске 9 июня 2014 года в присутствии Президента РФ В. В. Путина председатель совета директоров Группы «Илим» З. Д. Смушкин предложил³: «Мы нашли эту юридическую формулу о целевых хозяйствах, в которой мы предлагали резко снизить возраст рубки, потому что сегодня у нас возраст рубки 100 лет в среднем. Нам достаточно фактически 40 лет иметь возраст рубки — это резко увеличивает оборачиваемость в лесах, снижает затраты на инфраструктурное оформление, это пресловутые затраты на дороги...» При этом ни представители бизнеса, ни сенаторы не указали, в древостоях каких пород предлагается снизить возраст рубки. По мнению И. В. Шутова⁴, предложение снизить возраст рубки не относится к малоценным (в рыночном смысле слова) древостоям — осинникам и березнякам.

Предложение о снижении возраста рубки привлекательно для бизнеса. Но так как возраст рубки планируется снизить в экономически доступных лесах с развитой сетью дорог, эта инициатива коснется прежде всего лесных участков, находящихся в непосредственной близости от населенных пунктов густонаселенных территорий. Значительное снижение среднего возраста древостоев на обширных территориях также может сопровождаться рисками утраты биологического разнообразия и экономическими потерями для лесного комплекса в будущем, если процессы лесовосстановления не смогут компенсировать увеличившуюся скорость изъятия древесины. В этой ситуации возникает вопрос, как может отразиться идея снижения возраста рубки на развитии устойчивого лесопользования в России.

Для оценки возможных последствий снижения возраста рубки была выбрана территория в радиусе 100 км от Сегежского целлюлозно-бумажного комбината (рис. 1), который выбран в связи с наличием сети пробных площадей в границах буферной зоны.

Цель настоящего исследования — анализ устойчивости лесопользования Сегежского целлюлозно-бумажного комбината в течение 2014–2114 годов путем моделирования баланса потребления сырья, возобновления и роста древостоев в 100-километровой зоне вокруг комбината. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Получить космические снимки за 2013–2014 годы на территорию исследования (100-километровая зона вокруг комбината).

2. Получить карту площадей, покрытых лесом по состоянию на 2014 год, на основе анализа космических снимков, исключить из карты территории, изъятые из хозяйственного использования.

¹ Работа выполнена при поддержке проекта «Партнерство WWF — IKEA по лесам».

² Борисова Д. Круглый счет. В Совете Федерации предложили ввести новые правила вырубki леса // Российские лесные вести. 2014, 21 марта.

³ <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=16709>

⁴ <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=16772&view=unread>



Материалы и методика

Сегежский целлюлозно-бумажный комбинат

Сегежский целлюлозно-бумажный комбинат был запущен летом 1939 года. Построенное всего за 28 месяцев предприятие полностью решило проблему обеспечения развивающейся экономики СССР тарой из крафт-бумаги. Выбор места для строительства определялся наличием богатой сырьевой базы и развитой транспортной сетью — расположением на севере Карелии в непосредственной близости от автомобильной и железной дорог Санкт-Петербург — Мурманск и системы Беломорско-Балтийского водного пути. Вместе с комбинатом на месте железнодорожного развезда был построен рабочий поселок Сегежа (с 1943 года — город). Комбинат прошел несколько циклов модернизации и реконструкции, в результате чего в настоящее время располагает возможностями по выпуску 350 тыс. т сульфатной небеленой целлюлозы, 350 тыс. т мешочной бумаги и 702 млн шт. бумажных мешков. В 1999 году комбинат преобразован в ОАО «Сегежский целлюлозно-бумажный комбинат».¹

Источник: www.scbk.ru



По состоянию на 2013 год ОАО «Сегежский ЦБК» арендует участки лесного фонда в Сегежском, Медвежьегорском и Беломорском районах Республики Карелия общей площадью 1 625 649,48 га по шести договорам аренды сроком до 31 декабря 2053 года.

Покрытая лесом площадь арендуемого участка составляет 867 424 га, из нее 94 % представлено хвойным хозяйством. Сосновая хозсекция занимает 85 % покрытой лесом территории. Предприятие является держателем объединенного сертификата FSC лесоправления и цепи поставок лесной продукции (FSC FM/CoC). ООО «Инвестлеспром — лесозаготовка» является подрядчиком — оператором лесоправления на территории аренды ОАО «Сегежский ЦБК». Общая численность работников предприятия составляет 531 человек. За период 2010–2013 годов максимальный объем заготовки древесины по рубкам главного пользования в аренде комбината составил 351,7 тыс. м³. Расчетная лесосека на арендованном участке за последние годы осваивается в пределах 35–43 %. Объемы запланированной и фактической заготовки древесины представлены на рис. 2. Динамика фактической заготовки древесины связана с продолжительностью ра-

¹ <http://www.scbk.ru/portal/content/view/29/51/>

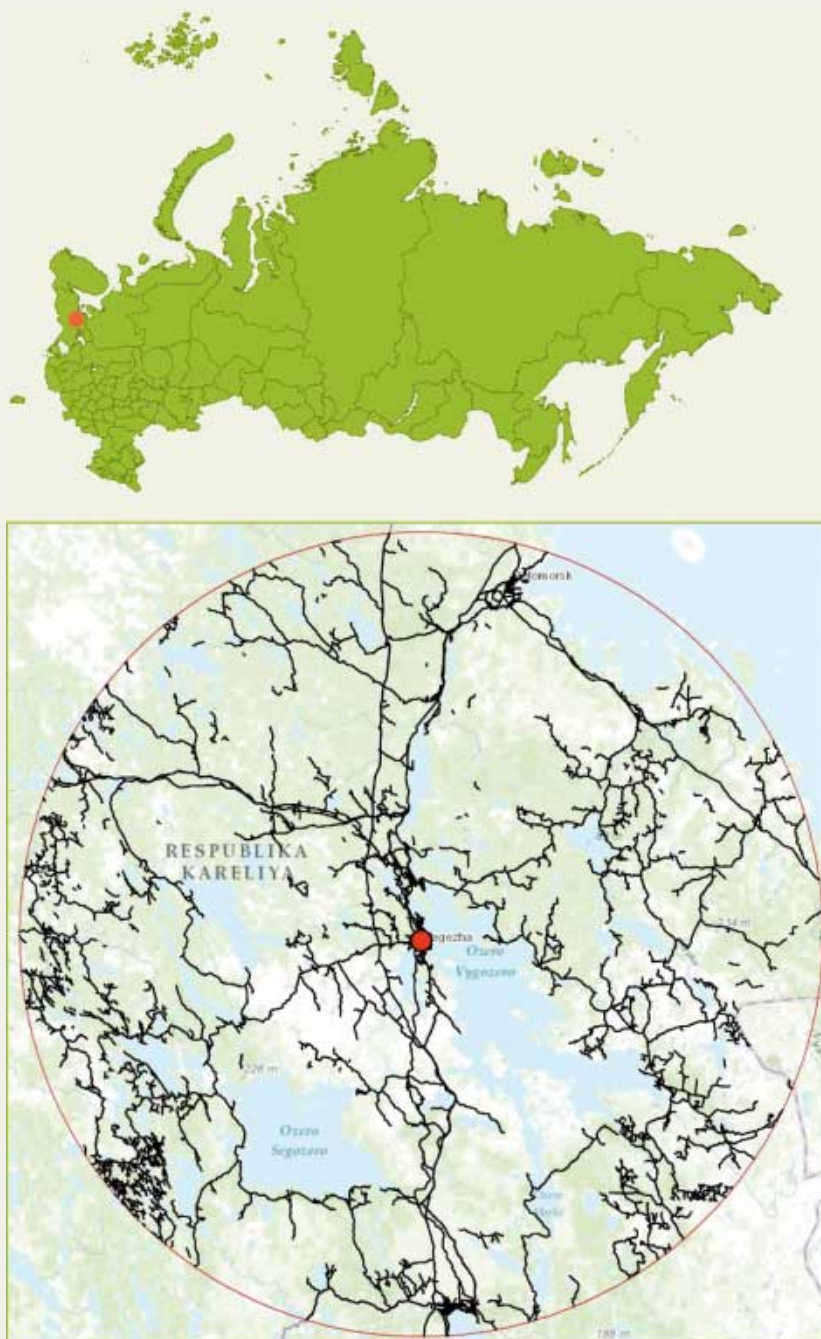


Рис 1. Дорожная сеть на территории исследования (по данным Open Street Map)

3. Получить карту распределения запасов насаждений на территории исследования по состоянию на 2014 год с ошибкой, не превышающей 30 %.

4. Провести моделирование динамики прироста, рубки, возобновления насаждений по трем сценариям на 100-летний период:

а) максимально возможное изъятие древесины, определяемое действующими нормативно утвержденными методиками расчета (с использованием формулы второй возрастной лесосеки);

б) максимально возможное изъятие древесины в случае снижения возрастов рубки в 2 раза (с использованием формулы второй возрастной лесосеки). В рубку поступают насаждения возрастом с 41 года;

в) максимально возможное ежегодное потребление комбината без ограничения возрастов рубки. В рубку поступают насаждения с запасом от 80 м³/га.

5. Оценить точность полученных результатов.

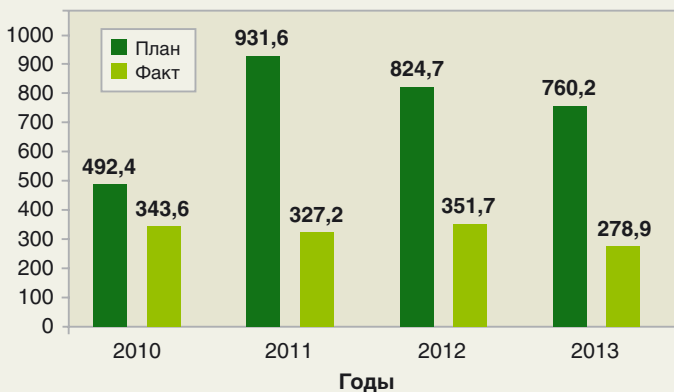


Рис. 2. Динамика объемов запланированной и фактической заготовки древесины по рубкам главного пользования в аренде ОАО «Сеgezский ЦБК», тыс. м³

боты предприятия в году и объемами закупаемой древесины у поставщиков.

Проект «Белый Медведь», направленный на реконструкцию и развитие предприятия, планировал увеличить объем потребления древесины до 3229 тыс. м³ и потребовал бы около 1 млрд евро инвестиций. К сожалению, проект не состоялся по причине отсутствия финансирования со стороны инвестора. В настоящее время новым владельцем комбината является АФК «Система». По экспертным оценкам, производственные мощности позволяют перерабатывать до 2 млн м³ древесины. Таким образом, для дальнейших расчетов среднегодовое потребление оценено в 2 млн м³.

Методика инвентаризации лесных ресурсов

В связи с тем, что актуальные материалы лесоустройства были недоступны на территорию исследования, картографирование лесных участков проведено по космическим снимкам. Для анализа снимков использован онлайн-сервис проекта www.forestrycloud.com, позволяющий получать карты лесов и запасов насаждений на основе программы Landsat 5–8. По космическим снимкам за период с 2000 по 2014 год сервисом реконструирована динамика лесного покрова, позволяющая нанести на карту все вырубки, гари, покрытые и не покрытые лесом площади, определить год вырубки или гари. Технология инвентаризации лесов проекта основана на обработке большого количества мультиспектральных снимков со спутника Landsat 5–8 и радарных снимков Envisat ASAR. Снимки обрабатываются в ходе предварительного моделирования вариантов сетей пробных площадей, последующей закладки пробных площадей в вычисленных местоположениях. Полученные полевые данные используются для обучения алгоритма дешифрирования снимков.

Дешифрирование космических снимков охватывало 87 пробных площадей, заложенных в Муезерском районе Республики Карелия в августе 2013 года, попадающих в территорию исследования и находящихся вблизи нее. На пробных площадях радиусом 7,98 м проведен сплошной пересчет, высоты деревьев измерены при помощи лазерного дальномера с точностью 1 см, диаметры — при помощи электронной вилки с точностью 1 мм. Координаты каждого дерева определены с точностью 20 см. Сопоставление данных пробных площадей с радарными снимками позволило получить 14 598 фотопроб, на которых определен запас насаждений с ошибкой, не превышающей 30 %. Полученные фотопробы использованы для статистического дешифрирования космических снимков (рис. 3). Путем использования сети пробных площадей, мультиспектральных данных Landsat 8 и радарных данных построена карта распределения запасов насаждений по состоянию на 2014 год (рис. 4). Точность карты оценена путем перекрестной проверки (кросс-валидации)

результатов классификации снимков с пробными площадями. Точность определения запаса составила 74 %. Поскольку при агрегации данных на уровне 1 км складываются отрицательные и положительные ошибки, точность определения запаса возрастает до 87 %. Таким образом, сделан вывод о том, что полученная карта пригодна для расчета проектируемых сценариев.

Карта подготовлена в виде слоя в формате ArcGIS и доступна заинтересованным сторонам по запросу. Минимальный размер полигона — 0,5 га, что соответствует масштабу лесоустроительных данных. Максимальная площадь выделов уменьшена до 50 га для корректного моделирования объема

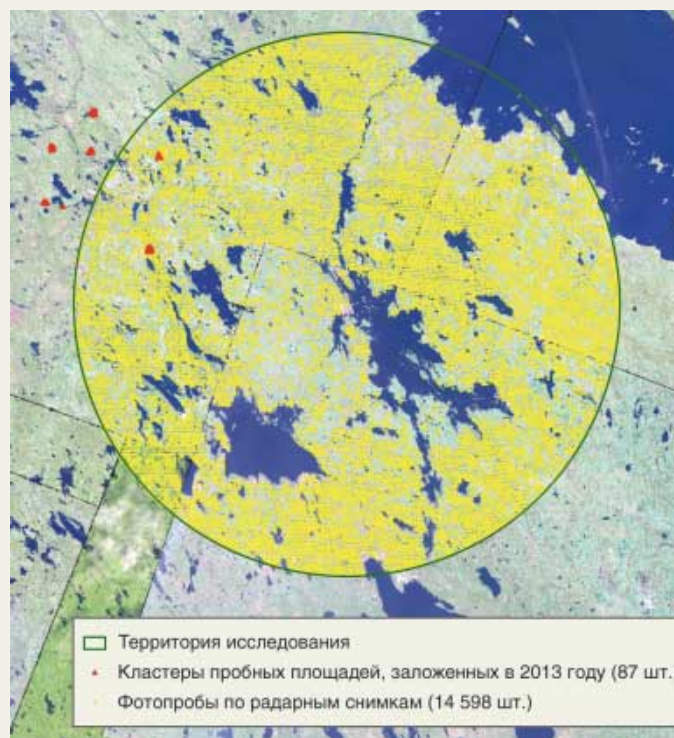


Рис. 3. Расположение пробных площадей, космических снимков, фотопроб

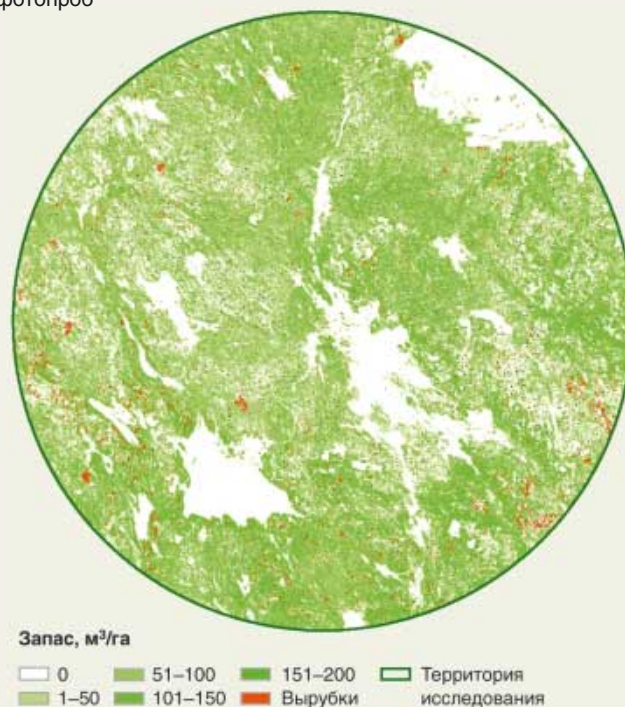


Рис. 4. Карта запасов насаждений и категорий земель на территории исследования

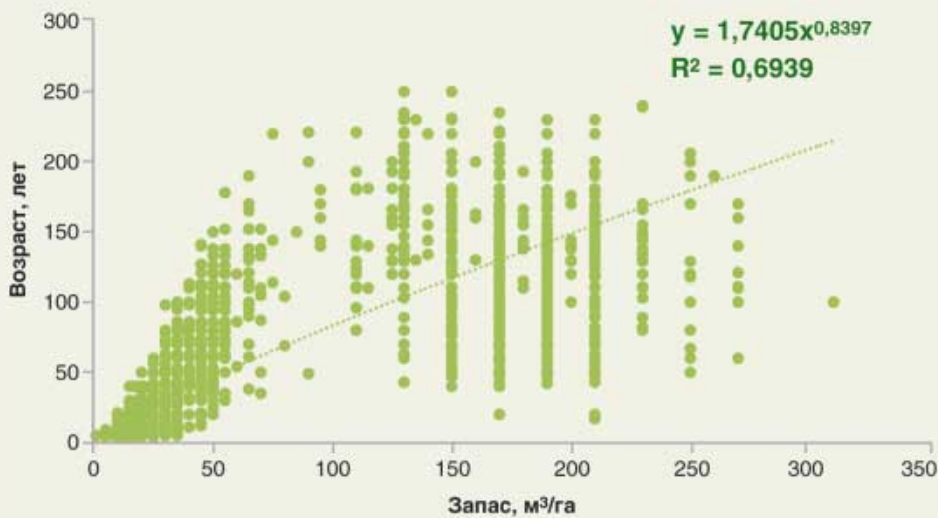


Рис 5. Связь запаса и возраста в выборке из повыдельной базы данных лесостроительства (n = 4946)

вырубаемой древесины с учетом сроков примыкания лесосек. Из полученной карты покрытых лесом площадей и рубок исключены территории, изъятые из хозяйственного пользования (участки, на которых запрещены сплошные рубки, — особо охраняемые природные территории и защитные леса).

Моделирование возраста насаждений

Анализ космических снимков позволил выделить однородные по запасу насаждения, определить их площадь и нанести на карту. Возраст этих насаждений по состоянию на 2014 год определен двумя путями:

- для участков, вырубленных или восстановившихся в период с 2000 по 2014 год, — определением года изменений по космическим снимкам. Космические снимки за 14 лет обработаны алгоритмом картографирования лесов проекта www.forestrycloud.com. Алгоритм позволяет получать сведения об участках, покрытых лесом, за каждый год. Последующий анализ в ГИС дает возможность определить для каждого участка год рубки, год восстановления, категорию «лес» и «не лес».
- для участков, не подвергавшихся изменениям с 2000 по 2014 год, — через связь возраста и запаса.

Для получения связи возраста и запаса использована повыдельная база данных на территорию Муезерского района, из которой выбраны все выделы (4996 шт.) с категорией «покрытые лесом земли», запасом насаждений больше нуля, с преобладанием сосны

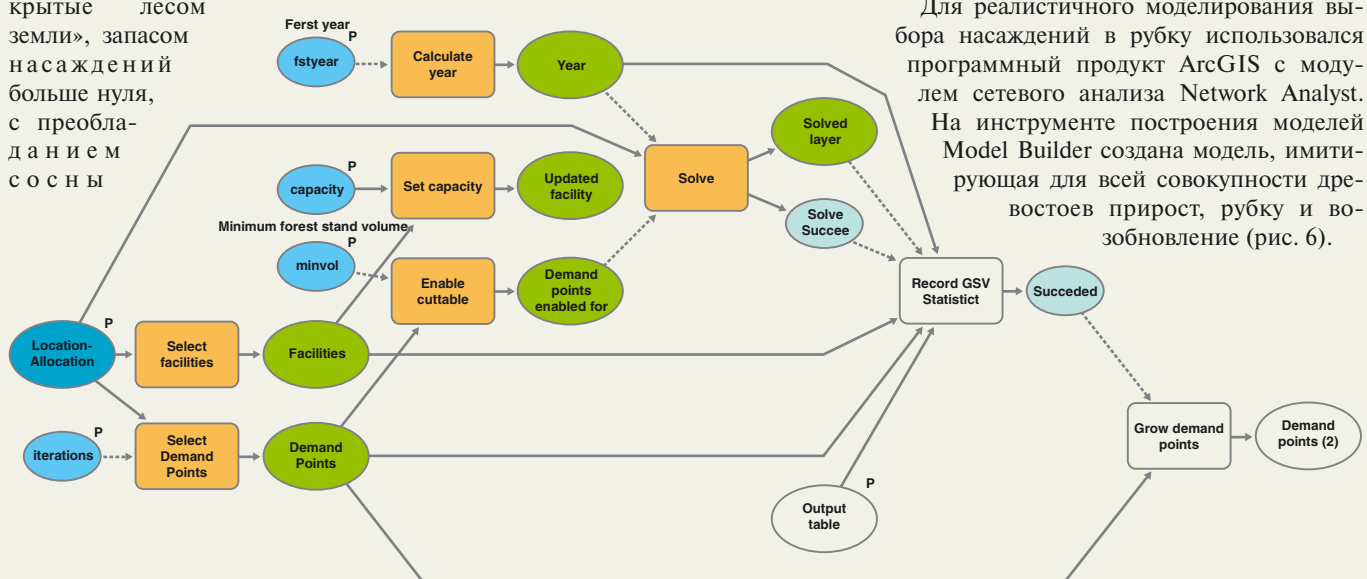


Рис 6. Структура модели для сценария «максимально возможное потребление комбинатом»

и ели по запасу. Полученное уравнение кривой (рис. 5) использовалось для вычисления возраста насаждений и объема их прироста в зависимости от возраста.

Моделирование рубки, возобновления и прироста древостоев

Первый вариант модели сценариев лесопользования был выполнен в Microsoft Excel. Для этого просуммированные данные по вариантам возрастов древостоев выгружены из ГИС в Microsoft Excel. Для каждой группы древостоев смоделирован ход роста на период с 2015 по 2114 год. Рубка и возобновление древостоев моделировались на основе выбора древостоев с максимальным запасом без

учета транспортной доступности. К сожалению, такой подход не позволяет реалистично оценить, какие древостои и когда будут вырублены. Как следствие, результаты этого моделирования показывают идеализированный подход, при котором лесопользователь максимально рачительно подходит к выбору древостоев, назначая в рубку древостои с максимальным запасом и возрастом. В этом случае транспортная доступность насаждений и затраты на транспортировку древесины не учитываются.

С нашей точки зрения, целесообразнее моделировать выбор насаждений на основе минимизации расстояния транспортировки и трелевки древесины. Для этого используется существующая сеть дорог (см. рис. 1). При этом есть ряд древостоев, которые удалены от дорог на более чем 10 км. Их возраст превышает 80 лет.

Древостои на большем расстоянии назначались в рубку в последнюю очередь, если ближе не было подходящих. Учет транспортной доступности повлиял на результаты расчетов путем учета логистических и экономических факторов, воздействующих ших на выбор древостоев для заготовки, что позволило реалистично оценить динамику заготовки древесины и восстановления ресурсов. При этом некоторые транспортно недоступные древостои не были выбраны для заготовки в течение всего периода расчета. Ряд древостоев, определенных моделью и вырубленных в 2014 году, повторно назначен в рубку.

Для реалистичного моделирования выбора насаждений в рубку использовался программный продукт ArcGIS с модулем сетевого анализа Network Analyst. На инструменте построения моделей Model Builder создана модель, имитирующая для всей совокупности древостоев прирост, рубку и возобновление (рис. 6).



Исходные данные для моделирования:

полученные по результатам анализа космических снимков выделены на территорию анализа в виде полигонального слоя ГИС с атрибутами — средний запас, категория земель в 2014 году (нелесные, вырубки, восстановившиеся вырубки, лес), площадь древостоя (га);

сеть дорог на территорию исследования, полученная из сервиса Open Street Map (проверена по снимкам высокогорного пространственного разрешения, доступным в Google Earth, и исправлена).

Изменяемые параметры (переменные):

- скорость восстановления вырубок;
- формула определения возраста древостоя по его запасу;
- продолжительность класса возраста;
- расчетная лесосека либо объем потребления предприятия;
- количество лет расчета.

Для настоящего исследования одинаковыми для всех трех сценариев были следующие переменные:

1. Скорость восстановления вырубок — 4 года. На территории практически не используется искусственное возобновление древостоев, позволяющее получить высокую приживаемость. При этом предполагалось, что лесовосстановление происходит породой, существовавшей до вырубки, без смены пород.

2. Формула для определения возраста древостоя по его запасу получена на основе анализа данных лесоустройства (см. рис. 5).

3. Продолжительность класса возраста установлена в 20 лет, так как 94 % исследуемой территории покрыто хвойными насаждениями¹.

4. Количество лет расчета — 100 (2014–2114 годы).

5. Ежегодный максимально возможный объем потребления древесины комбинатом² — 2 млн м³.

Для определения размера расчетной лесосеки использовалась формула второй возрастной лесосеки (по площади, занятой лесными насаждениями):

$$L_{воз}^2 = \frac{F_{cp} + F_{np} + F_{сп. и пер}}{3K}$$

где F_{cp} — площадь средневозрастных лесных насаждений, включенных в расчет при исчислении лесосеки; F_{np} — площадь приспевающих лесных насаждений; $F_{сп. и пер}$ — площадь спелых и перестойных лесных насаждений; K — продолжительность класса возраста (лет).

Исчисление расчетной лесосеки по запасу древесины методом второй возрастной лесосеки осуществлялось умножением исчисленного размера расчетной лесосеки по площади на средний запас древесины на 1 га спелых и перестойных насаждений, включенных в расчет пользования. В тех случаях, когда средний запас древесины на 1 га приспевающих лесных насаждений больше запаса спелых и перестойных, а суммарная площадь приспевающих, спелых и перестойных лесных насаждений в 2 раза и более превышает площадь спелых, исчисление расчетной лесосеки по запасу древесины осуществлялось умножением исчисленного размера расчетной лесосеки по площади на средний запас древесины на 1 га приспевающих, спелых и перестойных лесных насаждений, включенных в расчет пользования.

Для каждого года расчета выполнялись следующие действия:

1. Вычислялся запас насаждения на основе запаса в 2014 году с добавлением объема прироста древесины, вычисленного на основе уравнения связи запаса и возраста.

2. Рассчитывался объем заготовки по трем сценариям:

- «действующие нормативы» — объем, определенный по формуле второй возрастной лесосеки. Предполагалось, что весь расчетный объем вырубался;

- «снижение возраста рубки в 2 раза» — объем, определенный по формуле второй возрастной лесосеки со сниженным в 2 раза возрастом рубки (в рубку поступают насаждения от 41 года). Для целей этого расчета в формуле второй возрастной лесосеки в 2 раза (с 20 до 10 лет) снижена продолжительность класса возраста. Здесь также предполагалось, что весь рассчитанный объем вырубался;

- «максимально возможное потребление комбината» — 2 млн м³ в год, в рубку поступают насаждения с запасом от 80 м³/га.

3. Для вычисленного объема производился набор древостоев в рубку. Выбираются древостои с минимальным расстоянием транспортировки и трележки древесины из всех возможных по существующей сети дорог до комбината, при этом суммарный объем древесины не должен превышать объем потребления и должен быть максимально близким к нему.

4. Выбранные древостои помечаются как вырубленные.

5. Записываются суммарные объемы древесины на начало и на конец года, объемы прироста и вырубки.

6. Расчет повторяется для следующего года, при этом результаты моделирования предыдущего года влияют на результаты моделирования следующего года.

Результаты

Структура лесного фонда района исследования по состоянию на 2014 год

По состоянию на 2014 год общая площадь лесов района исследования составила 1823 тыс. га (рис. 7). Из этой площади 63 % представлено молодняками и средневозрастными насаждениями. Общий запас на территории — 143 млн м³, средний запас — 78 м³/га.

Такая структура лесного фонда характерна для территорий вокруг старых предприятий. Пространственное распределение возраста насаждений отражает развитие инфраструктуры территории. Леса возрастом более 100 лет сохранились всего на 2 % территории. Относительно низкие запасы в средневозрастных и приспевающих насаждениях демонстрируют отсутствие проведения эффективных рубок ухода. Потребление лесных ресурсов территории в прошлом было ориентировано на круглые лесоматериалы с низкой добавленной стоимостью. Небольшая скорость увеличения запаса также связана с преобладанием естественного возобновления.

Структура лесного фонда территории исследования отличается от структуры лесного фонда арендного участка предприятия³, так как их границы не совпадают.

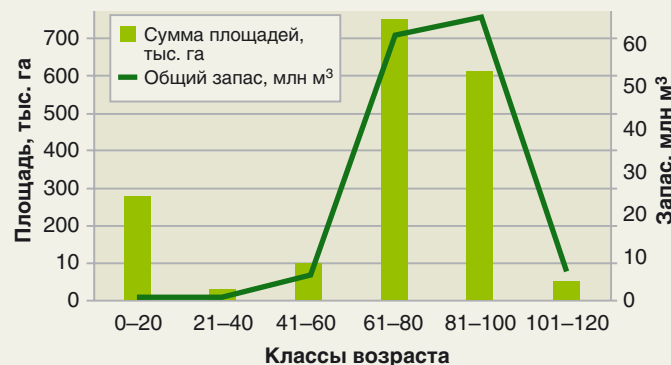


Рис. 7. Возрастная структура лесного фонда территории исследования в 2014 году

¹http://www.scbk.ru/portal/component?option=com_docman/task_cat_view/Itemid,58/gid,23/orderby,dmdate_published/ascdesc,DESC/

² Там же.

³ Там же.



Сценарии динамики заготовки по площади

Динамика заготовки по площади показывает эффективность использования земель лесного фонда при разных сценариях ведения лесного хозяйства (рис. 8). Согласно действующим нормативам, площадь заготовки будет сокращаться в течение 40 лет, затем произойдет ее увеличение и стабилизация. При снижении возраста рубки заготовка изначально будет больше на 50 %, но после этого резко уменьшится. Причем в 2089 году она станет меньше потребностей комбината, что поставит под угрозу его обеспечение сырьем. При сценарии максимально возможного потребления комбинатом площадь заготовки снижается до 2081 года за счет накопления запасов древостоев. После площадь вырубаемых древостоев становится равной площади, вырубаемой в начале изучаемого периода. С 2101 по 2113 год площадь заготовки для сценария максимального потребления стабилизируется.

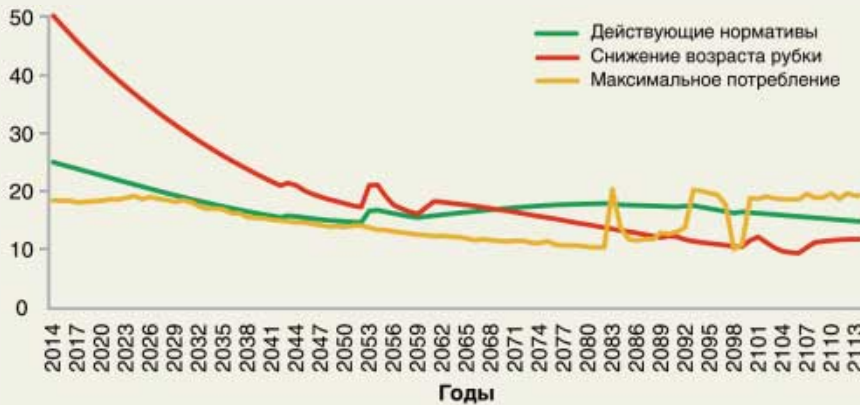


Рис. 8 Динамика заготовки по площади при разных сценариях ведения лесного хозяйства, тыс. га

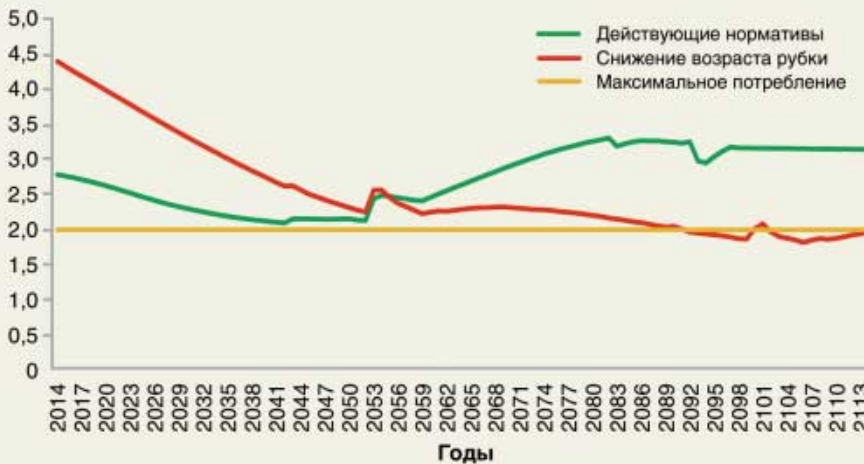


Рис. 9 Динамика расчетной лесосеки по запасу при разных сценариях ведения лесного хозяйства, млн м³

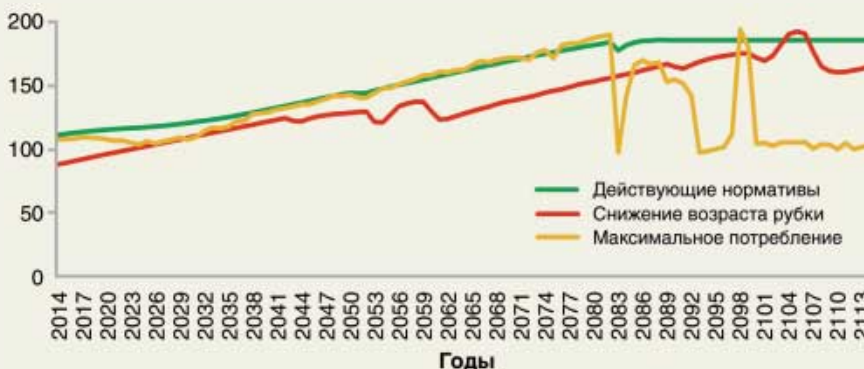


Рис. 10. Динамика среднего запаса спелых и перестойных насаждений, включенных в расчет пользования, при разных сценариях ведения лесного хозяйства, м³

Таким образом, снижение возрастов рубки увеличит заготовку в краткосрочной перспективе. При этом сценарии за увеличение заготовки придется заплатить резким ее снижением в долгосрочной перспективе.

Сценарии динамики заготовки по запасу

Расчетный объем заготовки древесины по действующим нормативам на территорию исследования составил в 2014 году 2,8 млн м³, что также подтверждается значениями расчетной лесосеки для Костомукшского, Сеgezского и Муезерского лесничеств в пропорциональном пересчете на территорию исследования.

Для сопоставления расчетов по существующим нормативам и новым законодательным инициативам с возможностями восстановления и роста лесов на территории исследования рассчитан сценарий максимально возможного потребления древесины комбинатом. Это потребление принято равным 2 000 000 м³ в год (рис. 9). Расчеты показывают, что такого объема лесных ресурсов на территории исследования достаточно для заготовки.

Объемы заготовки по запасу (см. рис. 9) при снижении возраста рубки изначально оказываются на 36 % больше, чем для расчета по действующим нормативам. Однако при этом сценарии увеличение заготовки в среднесрочной перспективе (до 2053 года) приведет к ее резкому сокращению в долгосрочной. В 2092 году возможный объем заготовки в случае снижения возрастов рубки станет меньше потребности комбината.

При сохранении действующих нормативов возможный объем заготовки будет плавно сокращаться до 2052 года, затем постепенно начнет возрастать. При этом недостаток ресурсов может возникнуть в 2093 году. Стоит отметить, что разница между сценарием максимально возможного потребления и сценарием снижения возрастов рубки с 2093 года существует, но незначительная. В долгосрочной перспективе она может увеличиться.

Сравнение динамики среднего запаса спелых и перестойных насаждений, включенных в расчет пользования при разных сценариях ведения лесного хозяйства (рис. 10), также показывает сокращение среднего запаса насаждений при снижении возраста рубки относительно других сценариев. При этом при действующих объемах потребления возможны резкие колебания среднего запаса спелых и перестойных насаждений, но кумулятивная разница запаса не превышает потерю запаса при снижении возраста рубок. Отсутствие колебаний объемов заготовки при сценарии максимально возможного потребления комбинатом (см. рис. 8) до 2080 года и колебания среднего запаса в этом сценарии (см. рис. 10) связаны с транспортной доступностью насаждений и равномерным объемом ежегодного потребления.

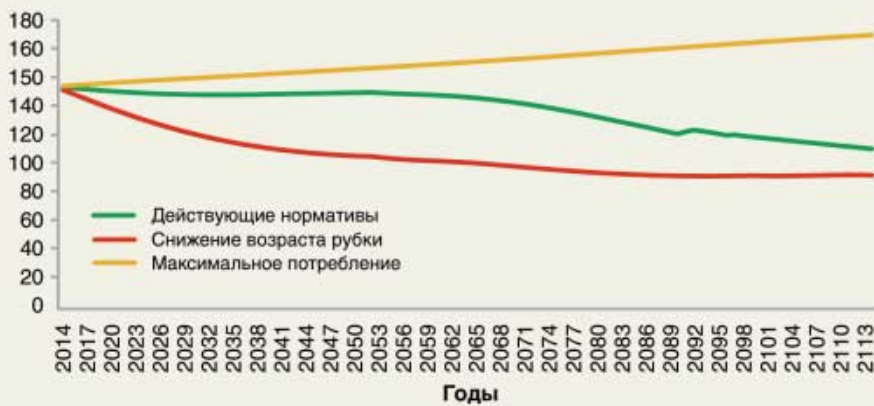


Рис 11. Динамика общего запаса древесины насаждений на территории исследования по сценариям, млн м³

Сравнение баланса запасов древесины по годам

Для каждого из сценариев вычислен объем ресурсов по итогам года (рис. 11). По сценарию максимального потребления общий объем древесины увеличится в течение 100 лет, по остальным сценариям — сократится.

Действующие нормативы по исчислению расчетной лесосеки при вырубке всего определенного объема в долгосрочной перспективе приведут к истощению лесных ресурсов

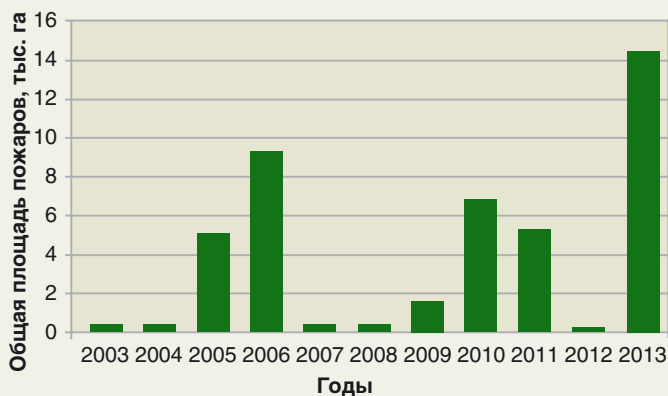


Рис 12. Динамика потерь площадей от пожаров в Республике Карелия за 2003–2013 годы (по данным Министерства по природопользованию и экологии Республики Карелия)

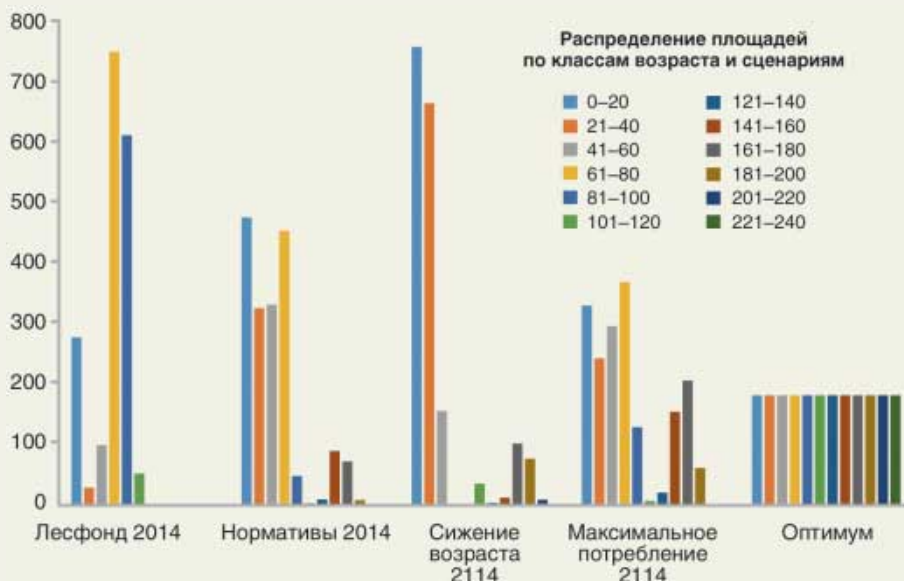


Рис 13. Распределение площадей древостоев по классам возраста по состоянию на 2014 год и сценариям на 2114 год, га

на 29 %. Снижение возраста рубки значительно сократит общий запас древесины на участке. В долгосрочной перспективе, к 2114 году, общий запас древесины на территории исследования сократится на 40 % относительно запаса в 2014 году. Таким образом, ни действующие нормативы, ни предлагаемые новые законодательные инициативы не приведут к устойчивому лесопользованию на анализируемой территории. Напротив, снижение возраста рубки значительно замедлит восстановление запасов, что приведет к истощению лесных ресурсов. Необходимо отметить, что исследуемая территория может полностью обеспечить в древесине существующие производственные мощности комбината без снижения запасов и переэксплуатации ресурса.

Разница в общем балансе древесины по действующим нормативам и при снижении возраста рубки составит 17 млн м³ за 100-летний период. При этом модель не учитывает естественного отпада древостоев и возможные лесные пожары. Данные о динамике площадей, пройденных пожарами в Республике Карелия за 2003–2013 годы (рис. 12), показывают, что в среднем ежегодно выгорает 0,048 % территории лесного фонда. Следовательно, на территории исследования возможно ежегодное выгорание леса на площади 875 га и потери запаса в объеме 68250 м³ (при среднем запасае — 78 м³/га). В 100-летней перспективе потеря от пожаров может составить 6,8 млн м³, что на 10 млн м³ больше разницы в общем запасае древесины по итогам 100-летнего периода по сценариям «действующие нормативы» и «снижение возраста рубки». В случае снижения возраста рубки и сохранения масштабов лесных пожаров скорость потери лесных ресурсов может значительно возрасти.

Сравнение структуры лесного фонда через 100 лет при разных сценариях ведения лесного хозяйства

Возрастная структура лесного фонда территории исследования не является оптимальной (рис. 13) и отражает практику лесопользования, основанного на пионерном освоении тайги. При ведении лесного хозяйства по сценарию «действующие нормативы» через 100 лет возрастная структура лесного фонда не станет оптимальной, хотя и незначительно улучшится. Снижение возраста рубки внесет еще больший дисбаланс в распределение площадей по классам возраста, ситуация станет еще хуже, чем изначальная. При сценарии лесопользования в объемах максимально возможного потребления комбинатом возрастная структура приблизится к оптимальному распределению площадей по классам возраста, но не достигнет его. Таким образом, существующая структура лесного фонда, действующие нормативы, предлагаемые инициативы и существующие возможности потребления не создадут в 100-летней перспективе основу для устойчивого лесопользования. Для достижения оптимума на территории исследования необходимо ограничить потребление не расчетной лесосекой, а площадями в разных классах возраста. При этом идеализированного опти-



мального распределения площадей достичь будет сложно, но приближение к нему создаст условия для устойчивого лесопользования в долгосрочной перспективе.

Обсуждение результатов

Устойчивое ведение лесного хозяйства должно обеспечить долговременное неистощительное лесопользование. В идеале площади лесов по классам возраста должны быть равны (см. рис. 13). Такой вариант обеспечивал бы равномерность пользования древесиной. Действующие нормативы (вторая возрастная лесосека) ориентированы на восстановление истощенных ресурсов, поэтому в 100-летней перспективе произойдет увеличение доли спелых и перестойных насаждений по сравнению с 2014 годом (см. рис. 13), но все равно недостаточное для обеспечения устойчивости лесопользования. При этом снижение возрастов рубки в рамках действующих нормативов внесет значительный дисбаланс в и так неоптимальную возрастную структуру лесов. Заготовка древесины в объемах, соответствующих существующим мощностям переработки, прежде всего в транспортно доступных лесах, приводит к выравниванию возрастной структуры. **Как показывают расчеты, для полного удовлетворения потребностей Сегезского ЦБК в древесине в долгосрочной перспективе (больше оборота рубки) достаточно лесных ресурсов, расположенных в радиусе 100 км от него.** При этом для удовлетворения этих потребностей нет необходимости в новых нормативах, снижающих возраст рубки. С учетом возможных непроизводительных потерь древесины именно такой объем потребления для этой территории можно назвать оптимальным, обеспечивающим долгосрочную устойчивость лесопользования.

Результаты моделирования (см. рис. 11) показывают, что действующая методика определения расчетной лесосеки не является нормой неистощительного использования лесов. При применении действующих нормативов по определению размера пользования в долгосрочной перспективе запасы истощаются. При этом следует отметить, что разработанная модель имеет ряд недостатков (упрощений):

1. Сценарии рассчитаны только для хвойных насаждений (класс возраста — 20 лет). Это ограничение было введено в связи с тем, что 94 % территории представлено такими насаждениями. Отдельный расчет для 4 % территории, представленной лиственными насаждениями, позволил бы точнее вычислить запас древесины.

2. Известно, что большая часть вырубок возобновляется лиственными породами, на которых формируются смешанные древостои. Вычислить, какие из древостоев после возобновления станут хвойными, а какие лиственными, не представляется возможным, поэтому все древостои считались хвойными.

3. Точность определения запаса насаждений по космическим снимкам составила 74 % на уровне выдела и 87 % на уровне 1 км². Однако при увеличении территории до 100 км² эта ошибка еще больше сокращается, так как складываются ошибки переоцененного и недооцененного запасов.

4. При определении возраста насаждений через запас нивелируется разница в продуктивности насаждений: более продуктивные насаждения получают значения большего возраста, а менее продуктивные недооцениваются. Величина достоверности аппроксимации модели для определения возраста через запас составила 0,69. Возраст древостоев надежно определен только для вырубок с 2000 года. Более точно определить возраст через запас можно только реконструкцией динамики насаждений по данными дистанционного зондирования с 1974 года.

5. Объем древесины, потребляемый комбинатом в 100-летней перспективе, принят постоянным. При этом известно,

что оборудование предприятия устарело и нуждается в модернизации, которая в свою очередь может привести к увеличению объемов потребления древесины.

6. Модель не учитывает естественные природные явления, способные сильно изменить структуру лесного фонда (пожары, ветровалы, вспышки численности вредителей леса).

Несмотря на недостатки модели, следующие факторы, с нашей точки зрения, позволили значительно повысить точность прогнозирования:

1. Большая территория исследования — 1823 тыс. га.
2. Высокая детализация исследования — расчет в модели выполнен индивидуально для 400921 древостоев.
3. Длительный срок моделирования — 100 лет.
4. Высокая точность прогнозирования того, какие из древостоев будут вырублены и когда.
5. Автоматический учет перспективного дорожного строительства, так как сначала выбираются древостои, расположенные вдоль дорог, в перспективе расстояние до дорог увеличивается.

Разработанная в настоящем исследовании методика оценки устойчивости лесопользования учитывает транспортную доступность насаждений, реальную потребность предприятия в древесине. В перспективе метод может быть усовершенствован путем учета в моделировании реального сортиментного плана предприятия, экономической эффективности освоения лесов, реальной продуктивности насаждений. В качестве источника исходных данных могут быть использованы актуальные материалы лесоустройства или данные инвентаризации лесов по материалам космической съемки. Это дает возможность оперативно оценить состояния лесных ресурсов предприятия и спрогнозировать не только динамику затрат на получение древесины, но и обеспеченность сырьем.

Возможности реализации интенсивной модели лесопользования в лесах Российской Федерации ограничиваются основными нормативными актами, регулирующими лесные отношения в стране в целом и в отдельном субъекте в частности. Модель интенсивного и устойчивого ведения лесного хозяйства — это система, базирующаяся на методах экономического планирования и постоянном уходе за лесом, которые направлены прежде всего на повышение качества и продуктивности будущих насаждений. Такой подход позволяет существенно повысить экономическую отдачу лесов, причем дополнительная прибыль при ведении интенсивного лесного хозяйства возникает не за счет увеличения объема древесины, а за счет изменения ее качества и, как следствие, стоимости полученных сортиментов. В России имеется опыт разработки региональных нормативов для интенсивной модели ведения лесного хозяйства в Псковском модельном лесу.

Применение интенсивной модели лесопользования с сокращением сроков рубки возможно только при выполнении трех условий:

- при переходе от естественного к искусственному возобновлению, позволяющему ускорить восстановление лесов и получение древесины;
- при реальном выполнении системы рубок ухода за насаждениями, позволяющей увеличить стоимость древесины;
- при спросе на древесину от рубок ухода.

Современные методы лесовосстановления, системы интенсивных рубок ухода и передовое видение рубок главного пользования при наличии соответствующих качественных данных учета и работ по планированию позволяют максимизировать прибыль предприятия, а также повысить качество и продуктивность будущих лесных насаждений. Очень важно, чтобы весь лесохозяйственный цикл находился в одних руках, что в конечном итоге приводит к реальной заинтересованности бизнеса инвестировать в лесное хозяйство и к возможности реализовывать долгосрочное планирование.

