

УДК 630\*5:528.88:621.315.1  
Шифр специальности ВАК 2.4.3.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ РАСЧИСТКИ ПРОСЕК ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 35–110 КВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ РОСТА ЛЕСНОЙ ДРЕВЕСНО–КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Проведены исследования, направленные на определение продуктивности и состава древесных пород, произрастающих в охранных зонах ВЛ, выявление наиболее быстрорастущих древесных пород с оценкой их скорости роста и установление требуемой периодичности чистки просек ВЛ. Оптимизированы модели хода роста древесно-кустарниковой растительности (ДКР), устанавливающие зависимость между высотой и возрастом ДКР, а также класса бонитета. Сформированы базы данных и цифровые наборы пространственных данных, содержащие пополетные сведения о характеристиках лесной ДКР и рекомендуемой периодичности расчистки просек ВЛ.



Фотобанк ПАО «Россети»

АВТОРЫ:  
С.А. Барталев, д. т. н., профессор,  
ORCID ID 0000-0001-6596-1732,  
bartalev@d902.iki.rssi.ru,  
ФГБУН «Институт космических исследований РАН»  
А.С. Мурачев, эксперт,  
Murachev\_AS@ntc-power.ru,  
АО «Россети Научно-инжиниринговый центр»  
Д.Ю. Жданкин, эксперт, ste1@drsk.ru  
А.К. Сергеев, эксперт,  
sergeev-ak@drsk.ru,  
АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания»

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:  
#воздушные линии электропередачи;  
#древесно-кустарниковая растительность; #периодичность расчистки просек; #модели хода роста; #спутниковые данные

## ↓ ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Барталев С.А., Мурачев А.С., Жданкин Д.Ю., Сергеев А.К. Определение требуемой периодичности расчистки просек воздушных линий электропередачи 35–110 кВ Дальневосточной распределительной сетевой компании на основе моделирования роста лесной древесно-кустарниковой растительности // Энергия единой сети. 2025. № 5–6. С. 44–50.

©©

## ВВЕДЕНИЕ

Поддержание просек воздушных линий электропередачи в нормативном состоянии входит в число требований по обеспечению надежности электроснабжения потребителей. В целях исключения перекрытия проводников ВЛ на землю через токопроводящую древесно-кустарниковую растительность персоналом электросетевых компаний осуществляется формирование ежегодных планов чисток трасс ВЛ от ДКР. При этом в большинстве случаев составление планов ведется на основании опыта без учета скорости роста ДКР, определяемой ее породным составом, а также климатическими, почвенными и другими особенностями мест прохождения трасс ВЛ. В целях формирования научно-обоснованного подхода к планированию чистки просек ВЛ, в 2020–2022 гг. была выполнена серия исследований, позволивших разработать и апробировать методическую основу моделированию роста ДКР на уровне лесничеств. Основные результаты данных исследований на примере одного из субъектов РФ представлены в [1]. Недостатком полученного решения стала необходимость усреднения рекомендуемых показателей требуемой периодичности чистки просек ВЛ от ДКР до уровня лесничества, размеры которых существенно различаются в регионах России.

Одним из направлений развития полученных ранее результатов явилась проработка возможности локализованного определения состава наиболее быстро растущих пород ДКР на уровне пролетов ВЛ с использованием лесоустроительной информации, а также данных о характеристиках лесов, получаемых методами дистанционного зондирования Земли из космоса [2]. При этом переход от моделирования с уровня лесничеств до уровня пролетов ВЛ позволил получить результаты значительно более высокой пространственной детальности с привязкой к трассам прохождения конкретных ВЛ. Ниже приводятся результаты НИОКР, выполненной по заказу АО «ДРСК» (входит в ГК «РусГидро»), реализация которой была направлена на получение научно обоснованных оптимальных рекомендаций по объему чистки трасс каждой ВЛ 35–110 кВ.

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ЗАРАСТАНИЯ ПРОСЕК ВЛ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

На рис. 1 приведена схема, отражающая подход к определению скорости роста ДКР и рекомендуемой периодичности расчистки просек трасс ВЛ.

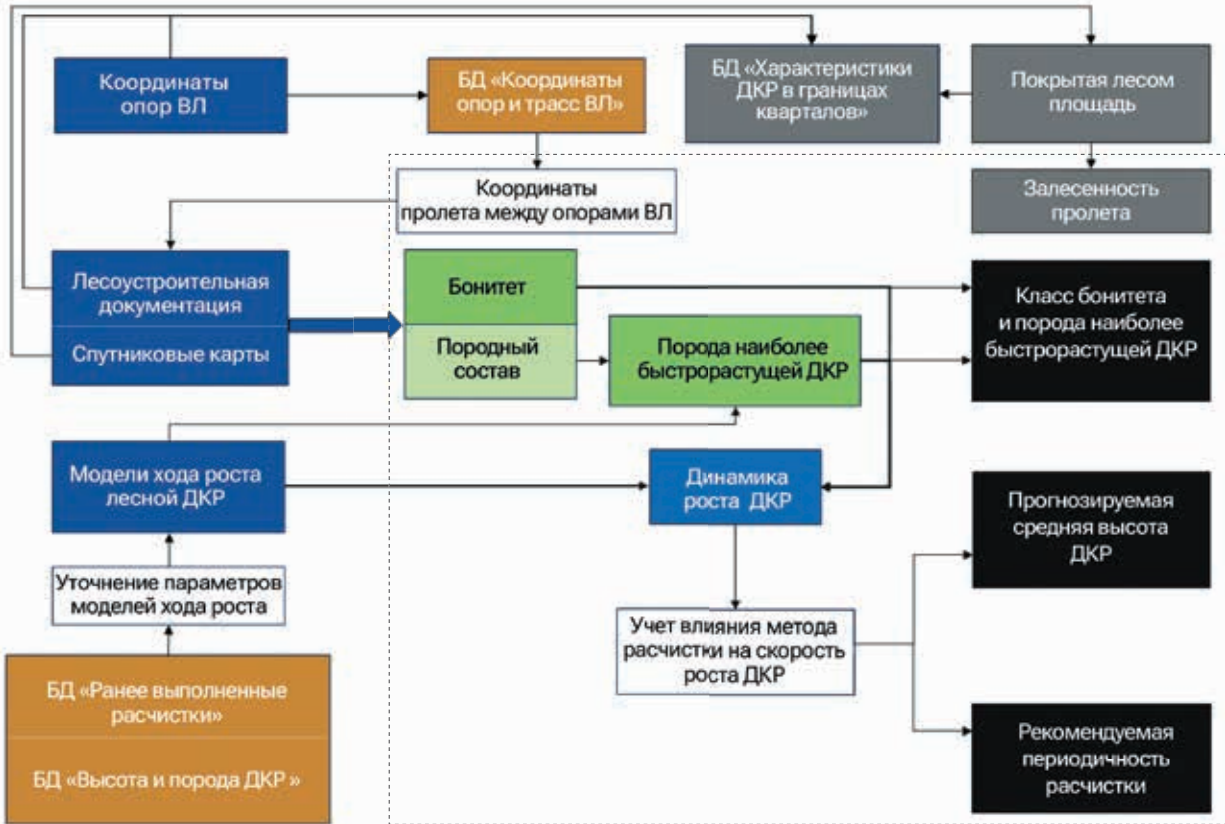


Рис. 1. Общая схема определения характеристик лесной ДКР и моделирования ее хода роста для оценки рекомендуемой периодичности расчистки просек ВЛ

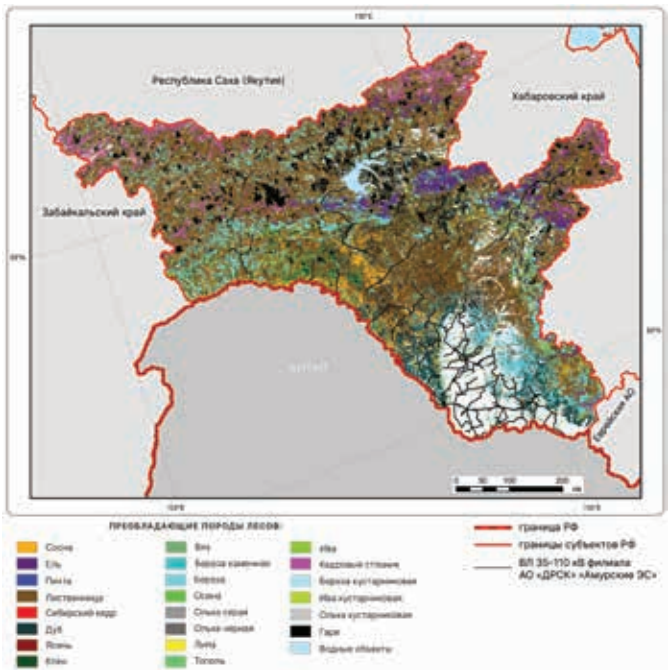


Рис. 2. Спутниковая карта древесных пород лесов Амурской области

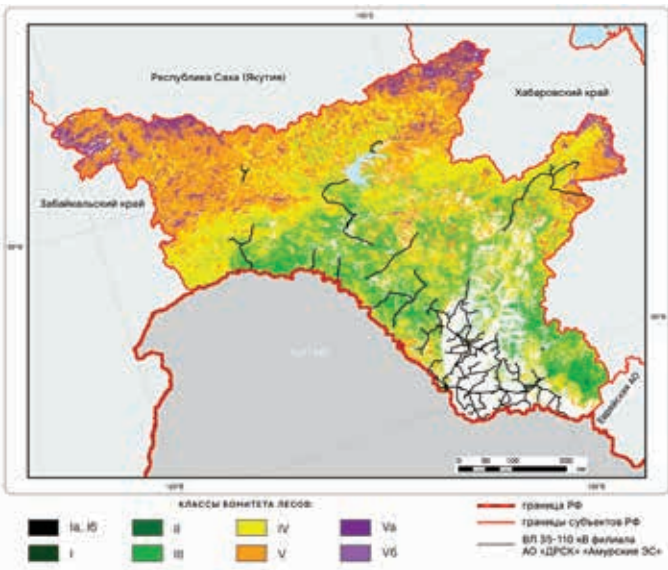


Рис. 3. Спутниковая карта классов бонитета лесов Амурской области

Оценка скорости роста ДКР и рекомендуемой периодичности расчистки просек ВЛ выполнена для каждого пролета между опорами ВЛ 35–110 кВ пяти филиалов Дальневосточной распределительной сетевой компании: Амурские ЭС, Приморские ЭС, Хабаровские ЭС, ЭС Еврейской АО, Южно-Якутские ЭС. На первом этапе сформирована база данных (БД) «Координаты опор и трасс ВЛ», вклю-

чившая информацию по 15,9 тыс. км трасс прохождения ВЛ 35–110 кВ и около 94 тыс. опор в зоне ответственности АО «ДРСК». На основе данных о координатах опор ВЛ сформирован набор пространственных данных о координатах каждого пролета между опорами и границах территорий их охранных зон.

Для оценки породного состава и классов бонитета лесной ДКР использованы:

- лесоустроительная документация в части таксационных описаний лесотаксационных выделов в границах лесных кварталов, пересекаемых охранными зонами ВЛ, включающих информацию о полном породном составе и классе бонитета лесов;
- спутниковые карты древесных пород и классов бонитета лесов.

Создание спутниковой карты древесных пород лесов [3] основано на классификации многолетних временных рядов ежедневных безоблачных композитных изображений по спутниковым данным MODIS методом случайных лесов (Random Forest) с использованием локально-адаптивного подхода и программного комплекса LAGMA [4]. В качестве обучающих данных использовались материалы наземного обследования лесов. На рис. 2 приведен пример визуализации спутниковой карты пород лесов Амурской области.

Спутниковая карта классов бонитета также основана на обучающих данных, полученных по материалам наземного обследования лесов, и на использовании большой совокупности признаков, включающих сезонные композитные изображения MODIS, многолетние ряды характеристик лесов России (порода, запас стволовой древесины, лесистость, полнота) и другую вспомогательную информацию. Построенная на основе обучающих данных и использования набора признаков регрессия на основе подхода LightGBM [5] позволила получить оценку бонитета для всей территории страны [6]. На рис. 3 приведен пример визуализации спутниковой карты классов бонитета Амурской области.

На основе описанных выше данных методика предполагает определение класса бонитета и породного состава ДКР потенциального лесовозобновления после расчистки. Для каждой породы потенциального лесовозобновления и класса бонитета с использованием моделей хода роста [7] проведена оценка динамики зарастания ДКР охранной зоны ВЛ каждого пролета и выбрана самая быстрорастущая порода для каждого метода расчистки. Для самой быстрорастущей породы рассчитана прогнозируемая высота древесного подростка в зависимости от продолжительности периода со времени последней расчистки и применяемого метода расчистки. Для каждого пролета между опорами ВЛ проведена оценка рекомендуемой периодичности расчистки, соответствующая году, предшествующему году достижения высоты 4 м наиболее быстрорастущей ДКР (предельного значения, регламентируемого [8]). Подробное описание подхода моделирования приведено в разделе «Моделирование динамики ДКР и определение модельных параметров».

Помимо этого, для настройки используемых моделей применен набор данных о фактической высоте, возрасте и породе ДКР, сформированный на основе информации о выполненных расчистках и результатах плановых осмот-

ров просек ВЛ в зоне ответственности АО «ДРСК», включенной в базы данных «Ранее выполненные расчистки ДКР на просеках ВЛ», «Высота и порода ДКР на просеках ВЛ, полученные при проведении плановых осмотров».

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ДКР НА УРОВНЕ ЛЕСНЫХ КВАРТАЛОВ

Предварительная оценка наличия лесной ДКР, ее породного состава и классов бонитета проведена для лесной растительности в границах лесных кварталов, а также условных кварталов, сгенерированных для земель, покрытых лесом, но находящихся за границами земель лесного фонда, сопоставимых по размеру с лесными кварталами (2×4 км). Для 3149 лесных и 4253 условных кварталов, пересекаемых территориями охранных зон ВЛ (табл. 1), с использованием выборочных материалов лесоустройства и данных спутниковых карт древесных пород и классов бонитета леса проведена оценка породного состава и определен класс бонитета лесной ДКР для каждого такого квартала. Сведения о характеристиках лесной ДКР в границах кварталов занесены в БД «Границы кварталов, породный состав и бонитет ДКР в разрезе кварталов».

С использованием карты типов земного покрова ESA WorldCover, созданной с использованием спутниковых данных Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м, подготовлен цифровой набор пространственных данных (НПД) покрытой лесом площади. На рис. 4 приведен при-



Рис. 4. Пример визуализации покрытой лесом площади в границах лесных и условных кварталов, прилегающих к охранным зонам участков ВЛ 35 кВ Шимановск–Георгиевка и ВЛ 35 кВ Шимановск–Мухино

Таблица 1. Количество лесных кварталов и условных кварталов за границами земель лесного фонда, пересекаемых охранными зонами ВЛ 35–110 кВ АО «ДРСК»

| Энергосистема      | Количество кварталов, шт.           |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                    | лесного фонда                       | условных                            |
| Амурская ЭС        | 729                                 | 1589                                |
| Приморская ЭС      | 1103                                | 1491                                |
| Хабаровская ЭС     | 931                                 | 661                                 |
| Южно-Якутская ЭС   | 226                                 | 71                                  |
| ЭС Еврейской АО    | 160                                 | 441                                 |
| Всего по АО «ДРСК» | 3149<br>(43 % от общего количества) | 4253<br>(57 % от общего количества) |

мер визуализации покрытой лесом площади в границах лесных и условных кварталов, прилегающих к охранным зонам участков ВЛ 35 кВ Шимановск–Георгиевка и ВЛ 35 кВ Шимановск–Мухино. С использованием НПД покрытой лесом площади проведена попролетная оценка залесенности, определяемой долей площади леса в охранной зоне каждого пролета.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДКР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Моделирование динамики ДКР потенциального лесовозобновления после расчистки осуществлялось на основе моделей хода роста [7]. При известных классе бонитета и породе модели хода роста задают связь между высотой насаждения и его возрастом через аналитическую формулу:

$$X_i = c_1(SI) [1 - e^{-c_2(SI)A}]^{c_3(SI)},$$

где  $A$  — возраст леса;  
 $X_i$  — высота для текущего возраста;  
 $c_i$  — коэффициенты, зависящие от кода бонитета  $SI$  (Site Index) по формуле  $c_i = c_{i1}SI^2 + c_{i2}SI + c_{i3}$  с индивидуальными значениями табличных коэффициентов  $c_{ij}$  для каждой породы.

В качестве примера на рис. 5 приведен график связи высоты и возраста для березы. Графики для всех классов бонитета лесов показывают монотонный прирост высоты с его замедлением по мере старения насаждений. Время достижения высоты 4 м сильно зависит от продуктивности и может составлять 4–5 лет для бонитета Ia и более 30 лет для бонитета Va.

Фактическая динамика ДКР также зависит от примененного метода расчистки. Метод расчистки может влиять на скорость зарастания через два механизма: приводя к появлению задержки начала роста ДКР и влияя на долю порослевого восстановления, характеризующегося более быстрым ростом в первые годы после расчистки за счет использования имеющейся корневой системы. Влияние двух этих параметров на модельные оценки выражается через следующее уравнение:

$$X_i^{mod} = \begin{cases} (V_m \cdot V_p + 1(1 - V_p)) \cdot X_{i-delay}, & i > delay \\ 0, & i \leq delay \end{cases}$$

где  $X_i^{mod}$  — модифицированная с учетом метода расчистки высота насаждений;  
 $delay$  — задержка в начале восстановления ДКР после расчистки, годы;  
 $V_p$  — доля порослевого восстановления;  
 $(1 - V_p)$  — доля семенного восстановления;  
 $V_m$  — коэффициент ускорения роста при порослевом восстановлении, индивидуальный для каждой породы (для большинства хвойных пород он равен 1, для мелколиственных — обычно 1,3).

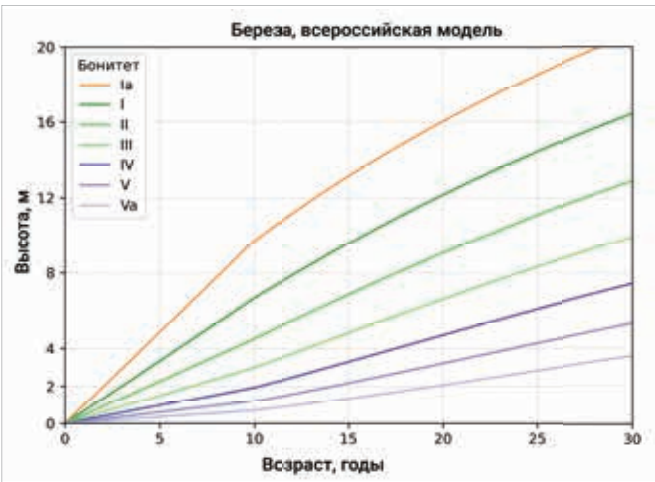


Рис. 5. Пример оценки динамики березовых насаждений по моделям хода роста

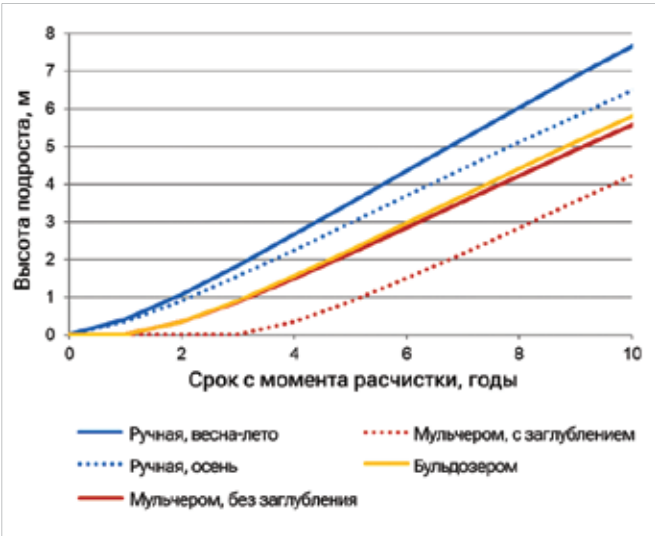


Рис. 6. Пример динамики модельной оценки высоты подростка после расчистки разными методами

Приведенные выше формулы моделей хода роста позволяют рассчитать прогнозируемую высоту древесного подростка в зависимости от продолжительности периода со времени последней расчистки и применяемого метода расчистки при известном породном составе и бонитете насаждений. Сравнение скорости роста каждой породы из породного состава позволяет выбрать самую быстрорастущую породу, по которой выполнялась оценка рекомендуемой периодичности расчистки.

На покрытых лесом пролетах для применения модели использовались данные о породном составе и бонитете насаждений лесотаксационных выделов (раздел «Методика оценки скорости зарастания просек ВЛ и исходные данные»). Но на анализируемой территории есть часть пролетов ВЛ, которые приходятся на нелесную территорию и где при этом потенциально может происходить зарастание ДКР. Для этих территорий отсутствует спутниковая или наземная информация о породном составе и продуктивности лесных насаждений. Это привело к необходимости использования другого подхода оценки характеристик потенциальной ДКР, основанного на сборе информации с близлежащей окрестности.

Сбор информации осуществлялся с окрестности заданного радиуса. Сначала собиралась информация с лесотаксационных выделов, начиная от ближайших и до самых удаленных, пока не достигался определенный порог репрезентативности. Если этот порог не был достигнут на основе наземных данных, то сбор информации продолжался по спутниковым данным и осуществлялся попиксельно от самых ближайших и до самых удаленных до достижения порога. Информация собиралась отдельно для породного состава и отдельно для бонитета. Все попавшие в окрестность породы рассматривались как произрастающие на этой территории, для каждой, как было описано ранее, осуществлялось моделирование, и выбиралась самая быстрорастущая порода. Для бонитета собирался полный массив информации о находящихся в окрестности бонитетах лесных насаждений, и затем среди них выбирался определенный перцентиль, характеризующий процент наиболее продуктивных насаждений.

Таким образом, сбор информации с окрестности основывается на пяти неизвестных параметрах: радиусах агрегации и порогах репрезентативности для породного состава и бонитета и перцентиле бонитета. Кроме того, неизвестными являлись параметры влияния метода расчистки на скорость роста ДКР, такие как задержка зарастания и доля семенного/порослевого восстановления, описанные ранее в разделе «Методика оценки скорости зарастания просек ВЛ и исходные данные».

Для определения значений этих параметров для анализируемой территории выполнена их оптимизация. Целью оптимизации была минимизация расхождения между модельными оценками скорости зарастания, полученными по собранной в окрестности информации о породном составе и бонитете, и фактическими оценками зарастания просек ВЛ, полученными по результатам плановых наземных осмотров (раздел «Методика оценки скорости зарастания просек ВЛ и исходные данные»). Оптимизация выполнена с помощью генетического алгоритма differential\_evolution из пакета scipy [9], осуществляющего глобальный поиск наилучших значений параметров.

Таблица 2. Оптимальные параметры, задающие влияние метода расчистки просек ВЛ от ДКР на скорость зарастания

| Метод расчистки                             | Задержка, годы | Доля порослевого восстановления, % | Доля семенного восстановления, % |
|---------------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Ручная, весна–лето                          | 0              | 77                                 | 23                               |
| Ручная, осень                               | 1              | 77                                 | 23                               |
| Механизированный, мульчером без заглабления | 1              | 0                                  | 100                              |
| Механизированный, мульчером с заглаблением  | 3              | 0                                  | 100                              |
| Механизированный, с применением бульдозера  | 1              | 14                                 | 86                               |

В результате оптимизации для породного состава был выбран радиус сбора информации равный 10 км с порогом репрезентативности 50 000 элементов. Для бонитета радиус составил 5,6 км с порогом репрезентативности 500 элементов, выбран 12-й перцентиль. Оптимальные параметры различных методов расчистки просек ВЛ от ДКР приведены в табл. 2, а пример их влияния на скорость зарастания ДКР показан на рис. 6. Полученные оптимальные значения параметров позволили достичь средней абсолютной ошибки между данными фактических осмотров и модельными оценками равной 0,57 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РОСТА ДКР

Использование комбинации из данных таксационных наблюдений и результатов агрегации информации по окрестности на непокрытой лесом территории позволило получить результирующие данные по классам бонитета и наиболее быстрорастущим породам для каждого из 90 тыс. пролетов ВЛ 35–110 кВ АО «ДРСК». Их анализ

Таблица 3. Сопоставление фактических данных по расчисткам с результатами моделирования

| Филиал АО «ДРСК»              | Средняя фактическая периодичность расчисток, годы | Средняя модельная (рекомендуемая) периодичность расчисток, годы |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Амурские ЭС                   | 5                                                 | 6,5                                                             |
| Хабаровские ЭС                | 4                                                 | 5                                                               |
| Приморские ЭС                 | 3                                                 | 6                                                               |
| ЭС ЕАО                        | 5                                                 | 5                                                               |
| Южно-Якутские ЭС              | 8                                                 | 11                                                              |
| Среднее значение по АО «ДРСК» | 5                                                 | 6,5                                                             |

с помощью моделей хода роста позволил сформировать рекомендации по оптимальной попролетной периодичности чистки участков трасс ВЛ от ДКР для каждого из представленных в табл. 2 методов расчистки.

По результатам выполненных работ сформированы базы данных и цифровые наборы пространственных данных, включающие попролетную информацию:

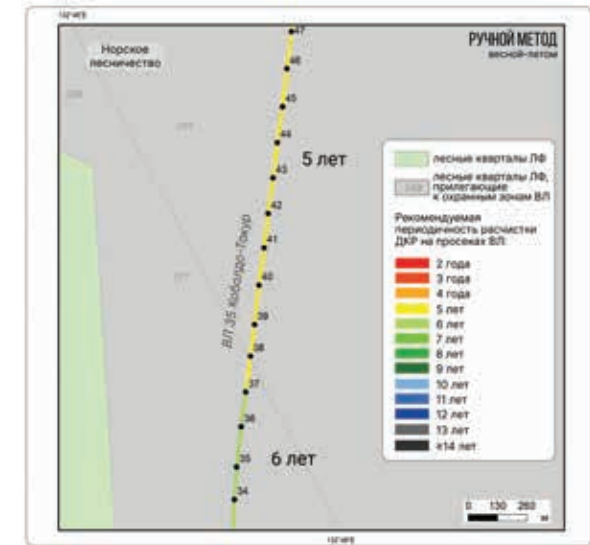
- о характеристиках лесной растительности в охранных зонах ВЛ (порода наиболее быстрорастущей ДКР потенциального возобновления после расчистки определенным методом, класс бонитета лесной ДКР, прогнозируемая средняя высота подростка ДКР в зависимости от продолжительности периода со времени последней расчистки и примененного метода расчистки);
- о рекомендуемой периодичности расчистки просек ВЛ от лесной древесной растительности в зависимости от примененного метода расчистки.

На рис. 7 приведены примеры визуализации полученных результатов.

В табл. 3 приведено сопоставление фактических периодических расчисток, применяемых в настоящее время



а)



б)

Рис. 7. Пример визуализации результатов определения на участке ВЛ 35 кВ Коболдо–Токуро прогнозируемой средней высоты подростка лесов, достигаемой им через шесть лет после расчистки ручным методом весной–летом (а) и рекомендуемой периодичности расчистки ДКР на просеках ВЛ ручным методом весной–летом (б)

в филиалах АО «ДРСК», с рекомендуемыми периодичностями расчисток по результатам НИОКР. Из табл. 3 можно сделать вывод, что согласно результатам НИОКР периодичность в среднем для примененных методов расчистки по АО «ДРСК» может быть увеличена по сравнению с фактической периодичностью на 30 %.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С целью повышения качества планирования работ по расчистке от ДКР просек ВЛ и повышения эффективности мероприятий по содержанию просек ВЛ 35–110 кВ на территории присутствия АО «ДРСК» проведены работы, направленные на определение продуктивности и состава древесных пород, произрастающих в охранных зонах ВЛ, выявление наиболее быстрорастущих древесных пород с оценкой их скорости роста и установление требуемой периодичности чистки просек ВЛ.

Определены продуктивность и породный состав лесной растительности, произрастающей в прилегающих к охранным зонам ВЛ. Для каждого пролета между опорами ВЛ установлены класс бонитета лесной растительности и породы наиболее быстрорастущей ДКР потенциально-лесовозобновления после расчистки определенным методом (ручная расчистка, мульчером без заглубления в почву, мульчером с заглублением в почву, с применением бульдозеров).

С использованием результатов анализа данных сложившейся практики расчистки в зоне ответственности АО «ДРСК» проведена оптимизация моделей хода роста ДКР, устанавливающих зависимость между высотой и возрастом ДКР, а также класса бонитета. Оптимизированные модели хода роста ДКР позволяют учесть влияние метода расчистки на параметры лесовосстановления после расчистки. Проведено моделирование хода роста возобновления лесной ДКР после расчистки просек ВЛ различными методами, спрогнозированы значения средней высоты подростов лесов в зависимости от продолжительности периода со времени последней расчистки и использованного метода.

Путем определения года достижения древесной породой высоты 4 м оценена рекомендуемая периодичность расчистки от ДКР охранной зоны каждого пролета между опорами ВЛ. Сформированы базы данных и цифровые наборы пространственных данных, содержащие попролетные сведения о характеристиках лесной ДКР и рекомендуемой периодичности расчистки просек ВЛ.

Проведенные исследования обеспечили получение научно обоснованных рекомендаций по периодичности расчистки участков трасс каждой ВЛ 35–110 кВ, что позволяет рационализировать ежегодное планирование работ по чистке просек ВЛ на территории присутствия АО «ДРСК».

Анализ полученных данных показал наличие потенциала к увеличению интервалов между чистками просек ВЛ от ДКР, который в среднем по АО «ДРСК» может составить порядка 30 %.

## ↓ ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов С.А., Барталев С.А., Ершов Д.В., Мурачев А.С., Дёмин А.В. Оценка периодичности расчистки просек ВЛ на территории присутствия ПАО «Россети Ленэнерго» по данным спутникового мониторинга и математического моделирования // Энергия единой сети. 2022. № 1 (62). С. 20–30.
2. Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. М.: ИКИ РАН, 2016. С. 208.
3. Жарко В.О., Барталев С.А., Богодухов М.А., Егоров В.А., Хвостиков С.А. Развитие методов спутникового картографирования преобладающих древесных пород в лесах всей территории России по данным MODIS // Материалы 21-й международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Электронный сборник материалов конференции. 13–17 ноября 2023. ИКИ РАН. Москва, 2023. С. 411.
4. Bartalev S., Egorov V., Loupian E., Khvostikov S. A new locally-adaptive classification method LAGMA for large-scale land cover mapping using remote-sensing data // Remote Sensing Letters. 2014. Vol. 5. Iss. 1. P. 55–64.
5. Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., Ye, Q., Liu, T.-Y. LightGBM: A highly efficient gradient boosting decision tree // Advances in neural information processing systems. 2017. T. 30.
6. Хвостиков С.А., Барталев С.А. Оценка бонитета и возраста лесных насаждений с помощью данных ДЗЗ и методов машинного обучения // Материалы 21-й международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Электронный сборник материалов конференции. 13–17 ноября 2023. ИКИ РАН. Москва, 2023. С. 411.
7. Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы), Издание второе, дополненное. Москва, 2008.
8. Постановление Правительства РФ от 24 февраля 2009 г. № 160 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон».
9. Virtanen P., et al. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python // Nature methods. 2020. T. 17. №. 3. С. 261–272.