

## СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*436(571.56-191.2)  
doi: 10.17223/19988591/25/11

**Л.П. Габышева**

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск, Россия  
Институт естественных наук Северо-Восточного  
федерального университета им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия*

### **Роль пожаров в возобновлении лесов Центральной Якутии**

*Приведены результаты исследования возобновительной роли пожаров в лесах Центральной Якутии. Выявлено, что на ранних и средних стадиях сукцессии доля здорового подроста составляет 87–100%, на поздних стадиях сукцессии и в лесу – 59–60% всех лиственниц. Начиная с 16–20-летнего возраста увеличивается доля ослабленных, усыхающих и сухих лиственниц. Установлено, что жизненное состояние послепожарных ценопопуляций (индекс состояния ценопопуляции 98,1–99,9%) лиственницы по сравнению с ценопопуляциями под пологом леса (77,6%) – качественное, здоровое.*

**Ключевые слова:** *лесные пожары; гари; лиственница; возобновление; жизненное состояние; ценопопуляции.*

### **Введение**

Лесные пожары – один из важнейших эколого-эволюционных факторов, оказывающих определяющее влияние на леса. Они являются наиболее часто встречаемым и разрушительным фактором в лесах всей бореальной зоны. При этом формирование лесов, распространение их по территории, состояние, продуктивность и другие процессы протекают под прямым и косвенным пирогенным воздействием [1–8 и др.].

В лесах Якутии пожары имеют как антропогенные, так и естественные причины возникновения. Природные особенности региона – сочетание многолетней мерзлоты с недостатком атмосферного увлажнения и засушливым климатом – обусловили создание естественных причин для возникновения и распространения лесных пожаров. Хозяйственное освоение региона играет немаловажную роль в лесообразовательном процессе Якутии. Роль человека в возникновении и распространении лесных пожаров особенно усиливается в последние годы. Центральные районы Якутии по сравнению с другими тер-

риториями длительное историческое время характеризовались особенно высокой горимостью лесов, что связано не только с засушливыми условиями и большой плотностью населения, но и со спецификой хозяйственной деятельности в этих районах. Огневая очистка лугов, пастбищ и сенокосов до недавнего времени являлась основной причиной возникновения лесных пожаров.

По свидетельству ряда исследователей [8–9], пожары еще в XVII–XVIII вв. имели широкое распространение и совпадали по времени на огромных территориях. Также имеются сведения о влиянии пожара на лесную растительность в работах некоторых исследователей [9–13]. Они указывают, что после пожаров усиливаются позиции лиственницы и происходит относительно хорошее возобновление исходного типа лесной растительности. История лесных пожаров Центральной Якутии за последние 200 лет реконструирована нашими коллегами методом дендроэкологии [14–16 и др.].

Доминирующее положение лиственничных лесов в экосистемах бореальной зоны северо-востока России обусловлено прежде всего биологическими свойствами вида, выработанными в ходе эволюции. Считается, что доминирующее положение лиственничных лесов в экосистемах северо-востока Азии является одним из механизмов снижения влияния пожаров на природные экосистемы. Имеется достаточно сведений о том, что светлохвойные леса Сибири и Дальнего Востока имеют пирогенное происхождение [17–23]. Доказано, что лиственница [5, 22–27] обладает свойствами «пирофитности». Лиственничные леса по большей части имеют пирогенное происхождение, что подтверждается отличным возобновлением лиственницы после пожаров. В ряде типов леса лиственница без обжига поверхности почвы не возобновляется.

На Лено-Амгинском междуречье Центральной Якутии распространена лиственница Каяндера. Как заметил Л.К. Поздняков [24], этот вид лиственницы является наиболее приспособленным к произрастанию на холодных почвах, растет в условиях, непригодных для других древесных пород. Вид отличается ярко выраженными пионерными свойствами и при благоприятных условиях наиболее успешно возобновляется семенным путем на вырубках и гарях.

### Материалы и методики исследования

Исследования проведены в лиственничных лесах в окрестностях с. Матта Мегино-Кангаласского улуса Республики Саха (Якутия), который находится в 100 км к северо-востоку от г. Якутска, на междуречье рр. Лена и Амга, на правом берегу р. Лены. Объектами исследования являлись гари различной давности пожара (6, 16, 20, 65 лет), находящиеся на различных стадиях сукцессии. Контрольным участком служил наиболее распространенный в регионе тип леса – лиственничник брусничный.

Изучение процессов естественного возобновления осуществляли по методу П.А. Цветкова [27], который основывается на методике изучения лесовосстановительных процессов А.В. Побединского [28]. Квадратные учетные площадки размером 4 м<sup>2</sup> располагались рядами параллельно друг другу поперек гари. На пяти параллельных линиях размещено 25 учетных площадок для каждого участка гари. При пересчете подрост классифицировался по группам высот (меньше 10, от 10 до 50, от 50 до 100, от 100 до 300, больше 300 см) и по жизненному состоянию (здоровые, ослабленные, усыхающие, сухие).

Обработка данных полевых исследований велась при помощи нескольких методов. Из собранных данных выведены средние значения ( $M$ ), ошибка среднего значения ( $m$ ), среднеквадратичное отклонение ( $\sigma$ ), коэффициент вариации ( $V$ ) и коэффициент точности ( $p$ ), при расчетах использовалась компьютерная программа Excel. Жизненное состояние ценопопуляций подрост определяли по методике В.А. Алексеева [29]. Количественные значения показателей жизненного состояния ценопопуляций находили по формуле:

$$C = 100 \cdot n_1 + 70 \cdot n_2 + 30 \cdot n_3 / N,$$

где  $C$  – показатель жизненного состояния подрост в момент наблюдения,  $n_1$  – число здоровых;  $n_2$  – число ослабленных;  $n_3$  – число усыхающих особей подрост на 1 га,  $N$  – общее количество подрост, включая сухой. При  $C = 80$ –100% ценопопуляции считаются здоровыми, при 50–79% – ослабленными, при 20–49% – сильно ослабленными и при 19% и ниже – полностью разрушенными.

Возобновительную роль пожаров оценивали по отношению количества подрост на гари к количеству подрост под пологом древостоя:

$$V = N_1 / N_2,$$

где  $V$  – возобновительная роль пожара;  $N_1$  – количество подрост на гари;  $N_2$  – количество подрост под пологом древостоя (контроль).

### Результаты исследования и обсуждение

При благоприятных условиях (почвенно-климатические условия, наличие обсеменителей) заселение лиственницы начинается сразу после пожара. На 1-летней гари количество однолетних всходов может достигать 52,1 тыс. экз./га (рис. 1). На 6-летней гари количество достигает 119,9 тыс. экз./га. Из них большая часть 3–4-летних лиственниц по состоянию здоровые и не достигают 10 см.

К 16 годам после пожара на гари начинается изреживание лиственницы, в связи с чем общее количество подрост лиственницы снижается до 20,9 тыс. экз./га (рис. 2). Кроме лиственницы на гари много березы, кустарниковых ив. Корневая конкуренция с травяно-кустарничковым покровом, ухудшение условий среды обитания сильно сказываются на уменьшении количества и качества подрост. Увеличивается количество ослабленного подрост лиственницы, их численность может доходить до 0,8 тыс. экз./га.

Гарь слабо заселяется новыми всходами (количество 3,6 тыс. экз./га), господствуют 12–15-летний подрост лиственницы высотой от 100 до 300 см (количество 7,6 тыс. экз./га) и 3–6 (7)-летние лиственницы высотой от 10 до 50 см. Начинается дифференциация лиственницы по высоте.

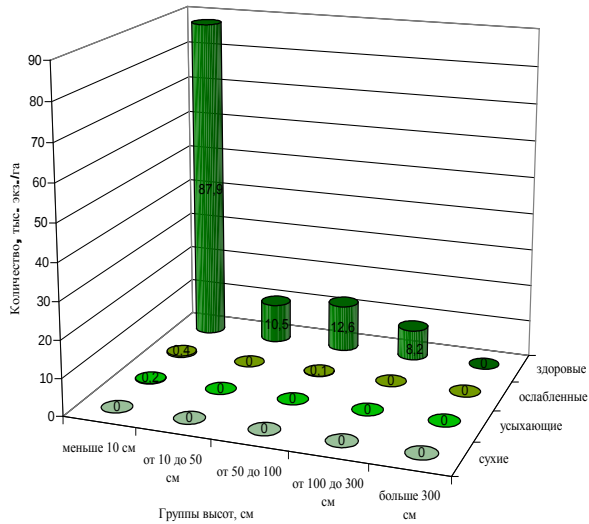


Рис. 1. Распределение подроста по жизненному состоянию на 6-летней гари

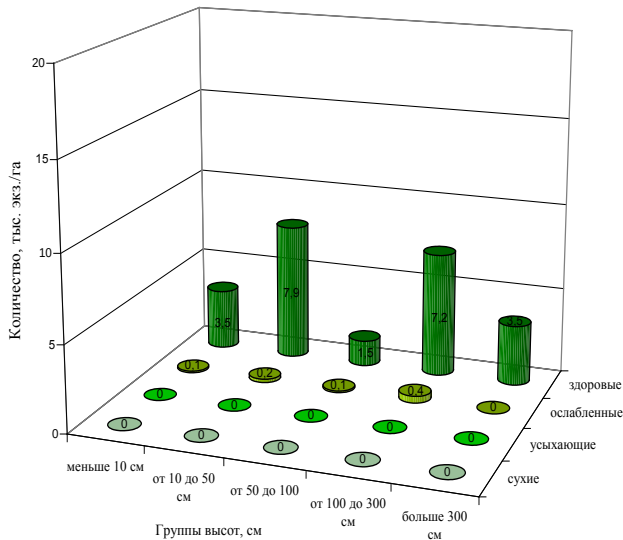


Рис. 2. Распределение подроста по жизненному состоянию на 16-летней гари

В структуре формирующейся растительности 20-летней гари основную роль играет подрост лиственницы высотой от 100 см и выше (количество 13,3 тыс. экз./га). Доля всходов высотой меньше 10 см значительно уменьшается. Продолжается дифференциация лиственницы по высоте, за счет чего заметно увеличивается количество ослабленного (2 тыс. экз./га), усыхающего и сухого (по 1 тыс. экз./га) подроста лиственницы (рис. 3).

На поздних стадиях сукцессии, в частности к 65 годам после пожара, постепенно заканчивается дифференциация лиственницы по высоте (рис. 4). Здесь господствуют лиственницы высотой больше 300 см. Картину происходящего процесса изреживания показывает количество сухих и усыхающих лиственниц, которое доходит до 3,3 тыс. экз./га из общего количества подроста 8,3 тыс. экз./га. На этой стадии сильно сокращается численность новых всходов лиственницы. Количественный и качественный состав возобновления зависит от погодных условий и успешности семеношения лиственницы в конкретные годы. Например, последние 2–3 года в районе исследования устоялась дождливая погода, которая улучшила условия для лесовозобновления. Всего было насчитано около 2,2 тыс. экз./га 1–2-летних всходов лиственницы.

На контрольном участке – лиственничнике брусничном – количество подроста составило 4,1 тыс. экз./га (рис. 5). Так же как и на 65-летней гари, здесь количество новых всходов велико, достигает 2,1 тыс. экз./га, что объясняется увеличением влажности почвы в лесу и, соответственно, уменьшением конкуренции за влагу с другими растениями. Но имеются также сухие, погибшие (0,1 тыс. экз./га) всходы.

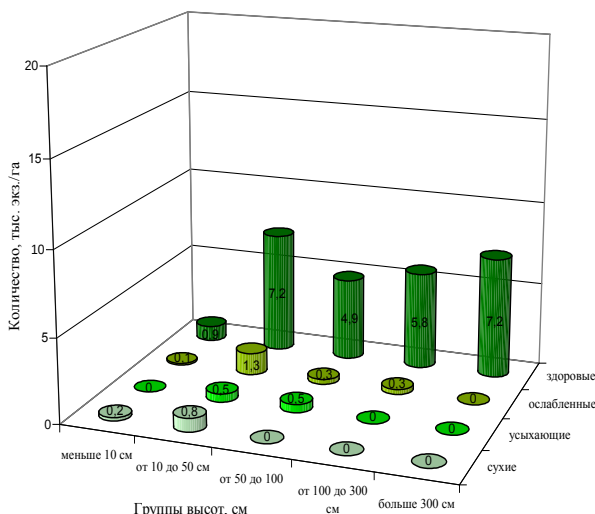


Рис. 3. Распределение подроста по жизненному состоянию на 20-летней гари

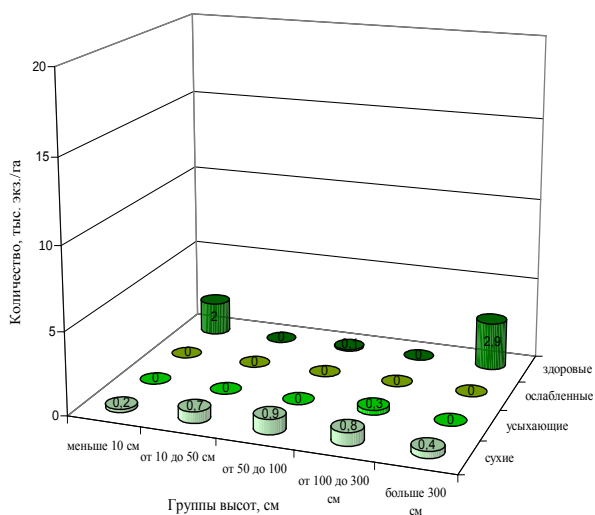


Рис. 4. Распределение подроста по жизненному состоянию на 65-летней гари

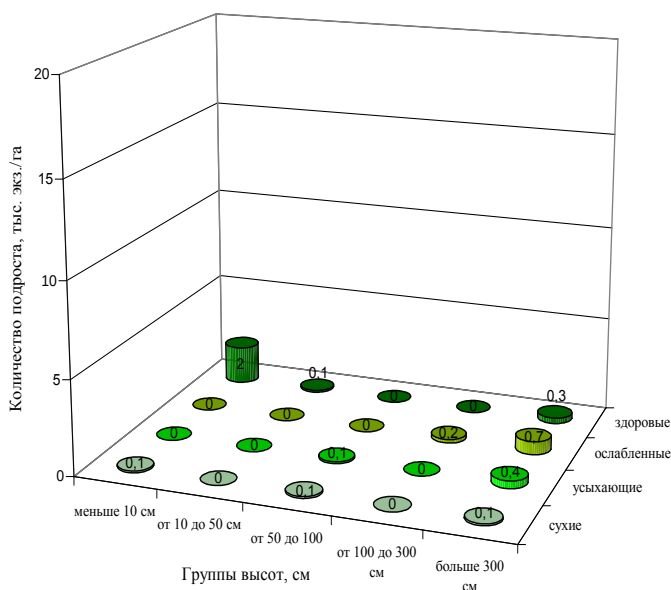


Рис. 5. Распределение подроста по жизненному состоянию в контроле (лиственничнике брусничном)

В итоге получилась такая картина распределения подроста на гарях по жизненному состоянию (рис. 6). На молодых и средневозрастных гарях доля здорового подроста больше 87–100%, на поздних стадиях сукцессии и в лесу 59–60% всех лиственниц занимают здоровые. Начиная с 16–20-летнего

возраста популяция начинает ослабевать, увеличивается доля ослабленных (4–7%), усыхающих (0–4%) и сухих (0–36%) лиственниц.

Количество и качество (жизненное состояние) подростка являются индикаторами экологических условий экотопа. Естественное послепожарное возобновление лиственницы на гарях при благоприятных условиях проходит вполне успешно, что связано с биологическими особенностями самой лиственницы: она неприхотлива к почвенным условиям, растет на сухих и сырых местах и благодаря поверхностной корневой системе имеет высокую конкурентоспособность. В табл. 1 даны средние значения количества подростка на разных участках с распределением на группы по жизненному состоянию, где видно постепенное изменение в сторону стабилизации количества подростка по сукцессионному времени. Статистическая обработка данных показала, что коэффициент вариации ( $V$ ) составляет в среднем 3,2% (0,4–22,37%), при этом показатель точности  $< 1\%$ , что свидетельствует о достаточной степени точности обработанных материалов.

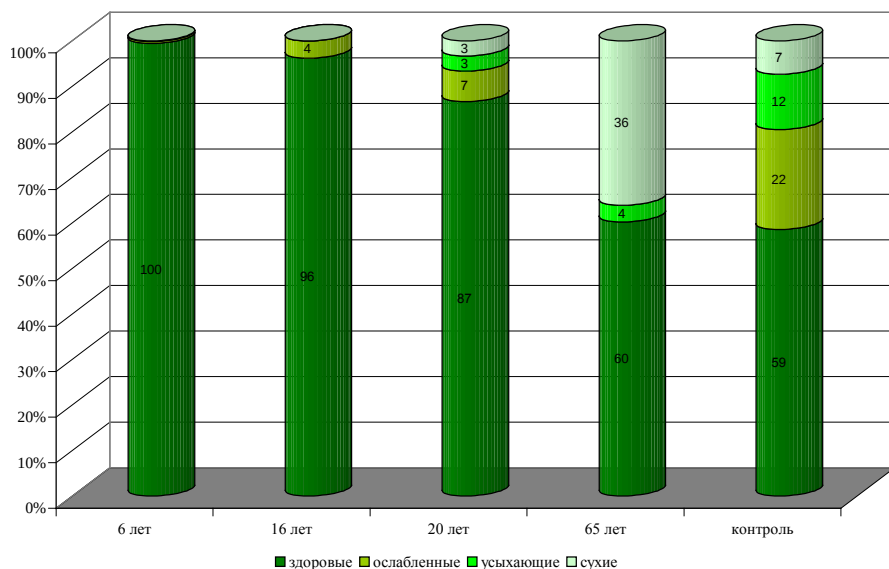


Рис. 6. Распределение подростка по жизненному состоянию на разновозрастных гарях и в контроле (лиственничнике брусничном)

Рассчитанные индексы состояния ценопопуляции показывают, что возобновившиеся после пожаров популяции лиственницы оцениваются как здоровые и имеют индекс 87,1–99,9% (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

## Распределение подроста лиственницы по жизненному состоянию

| Возраст гари, лет | Количество подроста, тыс. экз./га | Распределение по состоянию, тыс. экз./га |       |       |               |      |       |                |      |      |               |       |       |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|-------|-------|---------------|------|-------|----------------|------|------|---------------|-------|-------|
|                   |                                   | здоровые                                 |       |       | ослабленные   |      |       | усыхающие      |      |      | сухие         |       |       |
|                   |                                   | M±m                                      | σ     | V, %  | M±m           | σ    | V, %  | M±m            | σ    | V, % | M±m           | σ     | V, %  |
| 6                 | 119,7                             | 119,2<br>±0,037                          | 22,37 | 2,44  | 0,5<br>±0,001 | 0,8  | 7,05  | 0,20±<br>0,001 | 0,4  | 4,89 | 0             | 0     | 0     |
| 16                | 20,9                              | 20,1<br>±0,012                           | 7,79  | 4,67  | 0,8<br>±0,002 | 1,03 | 15,48 | 0              | 0    | 0    | 0             | 0     | 0     |
| 20                | 30,0                              | 26<br>±0,014                             | 9,31  | 5,52  | 2<br>±0,003   | 1,65 | 11,86 | 1<br>±0,001    | 0,89 | 4,45 | 1<br>±0,002   | 1,11  | 6,001 |
| 65                | 8,3                               | 5,0<br>±0,005                            | 2,94  | 6,82  | 0             | 0    | 0     | 0,3<br>±0,001  | 0,43 | 3,59 | 3,0<br>±0,027 | 16,57 | 81,51 |
| Контроль          | 4,1                               | 2,4<br>±0,005                            | 3,18  | 13,99 | 0,9<br>±0,002 | 0,96 | 5,48  | 0,5<br>±0,001  | 0,59 | 6,89 | 0,3<br>±0,002 | 0,98  | 14,69 |

Примечание.  $M \pm m$  – среднее значение и ошибка среднего значения,  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение,  $V$  – коэффициент вариации.

Т а б л и ц а 2

## Роль пожара в возобновлении лесов Центральной Якутии

| Возраст гари, лет | Количество подроста, тыс. экз./га | Индекс состояния ценопопуляции, % | Категория жизненного состояния ценопопуляции | Коэффициент эффективности пожара |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|
| 6                 | 119,7                             | 99,9                              | Здоровая                                     | 49,8                             |
| 16                | 20,9                              | 96,4                              | Здоровая                                     | 8,7                              |
| 20                | 30,0                              | 87,1                              | Здоровая                                     | 7,3                              |
| 65                | 8,3                               | 61,3                              | Ослабленная                                  | 3,5                              |
| Контроль          | 4,1                               | 77,6                              | Ослабленная                                  |                                  |

На контроле и на «старой» гари ценопопуляции характеризуются как ослабленные, индекс варьирует от 61,3 до 77,6%. Из этих данных видно, что состояние послепожарной ценопопуляции лучше, чем под пологом леса. Количество подроста на гари больше (8,3–119,7 тыс. экз./га), чем под пологом леса (4,1 тыс. экз./га). Следовательно, коэффициент эффективности пожара ниже на старой гари (3,5) и выше на молодой гари (49,8).

## Заключение

Таким образом, исследования возобновления лиственницы показывают, что в послепожарных сообществах лиственница возобновляется успешнее, чем под пологом леса. Всходы и подрост по состоянию характеризуются



как здоровые, доля ослабленных и усыхающих увеличивается по сукцессионному времени. Жизненное состояние послепожарных ценопопуляций лиственницы (индекс состояния ценопопуляции 98,1–99,9%) по сравнению с ценопопуляциями под пологом леса (77,6%) качественное, здоровое.

### Литература

1. Цветков П.А. Лесовозобновительная роль пожаров в северотаежных лиственничниках Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 1996. № 1. С. 61–66.
2. Цветков П.А. Пирогенные свойства древесных пород // Лесоведение. 2011. № 2. С. 25–31.
3. Санников С.Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценоза // Экология. 1981. № 6. С. 23–33.
4. Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М. : Наука, 1992. 262 с.
5. Щербаков И.П., Забелин О.Ф., Карпель Б.А. и др. Лесные пожары в Якутии и их влияние на природу леса. Новосибирск : Наука, 1979. 224 с.
6. Абаимов А.П., Прокушкин С.Г., Зырянова О.А. Эколого-фитоценотическая оценка воздействия пожаров на леса криолитозоны Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 1996. № 1. С. 51–60.
7. Фураев В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск : Наука, СИФ, 1996. 252 с.
8. Уткин А.И. Леса Центральной Якутии. М. : Наука, 1965. 208 с.
9. Аболин Р.И. Геоботаническое и почвенное описание Лено-Вилуйской равнины // Тр. комис. по изучению ЯАССР. Л. : Изд-во АН СССР, 1929. Т. 10. 378 с.
10. Дробов В.П. Краткий очерк растительности Лено-Алданского плато // Материалы комиссии по изучению ЯАССР. Л., 1927. Вып. 8. 85 с.
11. Дробов В.П. Растительность в районе Якутско-Усть-Майского тракта Якутской области и округа // Тр. почв.-бот. экспедиций по исследованию колонизационных ресурсов Азиатской России. Бот. исследования 1912 г. Петроград, 1914. Ч. 2, вып. 1. 251 с.
12. Красюк А.А. Почвы Ленско-Амгинского водораздела (Якутский округ) // Материалы комиссии по изучению ЯАССР. Л. : Изд-во АН СССР, 1927. Вып. VI. 178 с.
13. Городков Б.Н. Вечная мерзлота и растительность // Вечная мерзлота : материалы КЕПС. № 80. Л. : Изд-во АН СССР, 1930. С. 135–137.
14. Николаев А.Н. Дендрохронологические исследования послепожарной реакции древесных пород в Центральной Якутии // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12, № 1 (3). С. 888–891.
15. Николаев А.Н., Исаев А.П., Габышева Л.П. Дендрохронологические исследования пожаров на территории стационара Нелегер в Центральной Якутии // Наука и образование. 2012. № 4 (68). С. 40–44.
16. Исаев А.П., Протопопова В.В., Такахаши К. История лесных пожаров в окрестностях г. Якутска // Проблемы изучения растительного покрова Якутии / под ред. В.Е. Кардашевской, М.И. Ефимовой. Якутск : Сахаполиграфиздат, 2004. С. 121–126.
17. Щербаков И.П. Лесной покров Северо-Востока СССР. Новосибирск : Наука, 1975. 344 с.
18. Курбатский Н.П. Проблема лесных пожаров // Возникновение лесных пожаров / под ред. Н.П. Курбатского. М. : Наука, 1964. С. 5–60.
19. Бузыкин А.И. Влияние низовых пожаров на сосновые леса Среднего Приангарья // Охрана лесных ресурсов Сибири. Красноярск, 1975. С. 141–153.

20. Абаимов А.П., Прокушкин С.Г., Зырянова О.А., Каверзина Л.Н. Особенности формирования и функционирования лиственничных лесов на мерзлотных почвах // Лесоведение. 1997. № 5. С. 13–23.
21. Абаимов А.П. Леса мерзлотной зоны Сибири: региональные особенности, природная и антропогенная динамика // Структурно-функциональная организация и динамика лесов / под ред. Е.А. Ваганова. Красноярск : ИЛ им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2004. С. 244–245.
22. Яковлев А.П. Пожароопасность сосновых и лиственничных лесов // Лесные пожары в Якутии и их влияние на природу леса / под ред. И.П. Щербакова. Новосибирск : Наука, 1979. С. 195–212.
23. Чугунова Р.В. Гари Южной Якутии и их лесовозобновление // Леса Южной Якутии / под ред. Л.К. Позднякова. М. : Наука, 1964. С. 110–143.
24. Поздняков Л.К. Даурская лиственница. М. : Наука, 1975. 312 с.
25. Исаев А.П. Лиственничные леса среднетаежной подзоны Якутии и лесовозобновление на вырубках : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 1993. 21 с.
26. Цветков П.А. Адаптация лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 2005. № 1. С. 117–129.
27. Цветков П.А. Пирогитность лиственницы Гмелина с позиций жизненных стратегий // Экология. 2004. № 4. С. 259–265.
28. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М. : Наука, 1966. 60 с.
29. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

*Поступила в редакцию 21.11.2013 г.*

**Габышева Людмила Петровна** – канд. биол. наук, н.с. лаборатории мерзлотного лесоведения Института биологических проблем криолитозоны СО РАН; с.н.с. кафедры ботаники и мерзлотного лесоведения Института естественных наук Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (г. Якутск, Россия). E-mail: llp77@yandex.ru

***Tomsk State University Journal of Biology. 2014. № 1 (25). P. 154–166***

doi: 10.17223/19988591/25/11

**Lyudmila P. Gabysheva**

*Laboratory of Forest Science, Institute of Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Department of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation; Department of the Botany and Cryosolic Dendrology, Institute of Natural Sciences, North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation. E-mail: llp77@yandex.ru*

### **Reforestation role of fire in Central Yakutia**

The article brings the results of research concerning the role of forest fires in Central Yakutia for reforestation. Natural specifics of Central Yakutia, i.e. combination of permafrost with insufficient atmospheric moistening and arid climate, caused natural reasons for emergence and spreading of fire forests. Central areas of Yakutia, as compared to other regions, were characterized by high fire rating of forests for a long historic time, which is connected not only with arid conditions and high population density but also with economic trends in these regions. In recent years, the human role in appearance and spreading of fires is increasing. Information on the fire impact on forest vegetation has been brought in the publications of researchers since the early 20<sup>th</sup> century, where they indicate that larch role increases in the post-fire period and there is a relatively good revegetation of the original type of forests. It is thought that supremacy of larch forests in

NE Asia is conditioned, foremost, by biological species features obtained in the process of evolution and is one of the mechanisms for decreasing the effect of fire influence on natural ecosystems. Larch forests are mostly of pyrogenic origin, which is proved by very good larch regeneration after fires. Research made by authors from different regions (Scherbakov et al, 1979; Tsvetkov, 1993, 2004 et al) evidence that the larch has the properties of "pyrophyteness". Studies related to the role of fire in reforestation of Central Yakutia are conducted near Matta vil., Megino-Kangassky Ulus. Burn-sites of different post-fire periods (6, 16, 20, 65yrs) served the targets of the research; the larch with growing *Vaccinium vitis-idaea* was a control site. Natural reforestation was carried out by tried and tested practices according to P.A. Tsvetkov (2004), A.V. Pobedinsky (1966) with laying 25 plots for each burned-out site. The undergrowth was classified according to groups of heights (lower than 10, 10 to 50, 50 to 100, 100 to 300 and higher than 300 cm) including vitality (vigorous, weakened, drying out, dry wood). DP was performed according to V.A. Alexeyev (1989) and P.A. Tsvetkov (2004) techniques in Excel computer program. It has been established that the share of sound undergrowth of larch makes 87–100% at early and mid-stages of succession and the one of all larch trees is 59–60% at late stages of succession and in the forest. Starting from the age of 16–20 the proportion of frail, wilt and dry larch trees increases. The vital power of post-fire larch cenopopulations (with vitality index 98.1–99.9%) is more wholesome and sound as compared to young larches growing in the forest (77.6%).

**Key words:** forest fires; burned areas; larch; reforestation; vital state; cenopopulation.

Received November 21, 2013

### References

1. Tsvetkov P.A. Lesovozobnovitel'naya rol' pozharov v severotaezhnykh listvennichnikakh Sredney Sibiri. Sib. ekol. zhurn. 1996. No 1. PP. 61-66. [Tsvetkov PA. Reforestation role of fires in north-taiga larch woods of Middle Siberia. *Siberian Journal of Ecology*. 1996;1:61-66.] In Russian, English Summary
2. Tsvetkov P.A. Pirogennyye svoystva drevesnykh porod. Lesovedenie. 2011. No 2. PP. 25-31. [Tsvetkov PA. Pyrogenic characteristics of tree species. *Lesovedenie*. 2011;2:25-31.]
3. Sannikov S.N. Lesnye pozhary kak faktor preobrazovaniya struktury, vozobnovleniya i evolyutsii biogeotsenoza. Ekologiya. 1981. No 6. PP. 23-33. [Sannikov SN. Forest fires as a factor of biogeocenosis structure, regeneration and evolution transformation. *Ekologiya*. 1981;6:23-33.] In Russian
4. Sannikov S.N. Ekologiya i geografiya estestvennogo vozobnovleniya sosny obyknovennoy. Moscow: Nauka, 1992. 262 pp. [Sannikov SN. Ecology and geography of Scots pine natural regeneration. Moscow: Nauka; 1992. 262 p.] In Russian
5. Shcherbakov I.P., Zabelin O.F., Karpel' B.A. i dr. Lesnye pozhary v Yakutii i ikh vliyanie na prirodu lesa. Novosibirsk: Nauka, 1979. 224 pp. [Shcherbakov IP, Zabelin OF, Karpel BA, et al. Forest fires in Yakutia and their influence on forest nature. Novosibirsk: Nauka Siberian branch; 1979. 224 p.] In Russian
6. Abaimov A.P., Prokushkin S.G., Zyryanova O.A. Ekologo-fitotsenoticheskaya otsenka vozdeystviya pozharov na lesa kriolitozony Sredney Sibiri. Sib. ekol. zhurn. 1996. No 1. PP. 51-60. [Abaimov AP, Prokushkin SG, Zyryanova OA. Ecological and phytocenotic estimation of fires impact on criolitozone forests of Middle Siberia. *Siberian Journal of Ecology*. 1996;1:51-60.] In Russian, English Summary
7. Furyaev V.V. Rol' pozharov v protsesse lesoobrazovaniya. Novosibirsk: Nauka, SIF, 1996. 252 pp. [Furyaev VV. The role of fires in forest formation. Novosibirsk: Nauka, Scientific Information Department; 1996. 252 p.] In Russian

8. Utkin A.I. Lesa Tsentral'noy Yakutii. M.: Nauka, 1965. 208 pp. [Utkin AI. Forests of Central Yakutia. Moscow: Nauka; 1965. 208 p.] In Russian
9. Abolin R.I. Geobotanicheskoe i pochvennoe opisanie Leno-Vilyuyskoy ravniny. Tr. komis. po izucheniyu YaASSR. L. : Izd-vo AN SSSR, 1929. T. 10. 378 pp. [Abolin RI. Geobotanical and soil description of Lena-Viluyiskaya plain. *Proceedings of the Commission for investigating YASSR*. Leningrad: Academy of Sciences of the USSR; 1929. Vol. 10. 378 p.] In Russian
10. Drobov V.P. Kratkiy ocherk rastitel'nosti Leno-Aldanskogo plato. Materialy komissii po izucheniyu YaASSR. L.: 1927. Vyp. 8. 85 pp. [Drobov VP. A brief sketch of the Lena-Aldan plateau vegetation. *Proceedings of the Commission for investigating YASSR*. Leningrad: 1927. Vol. 8. 85 p.] In Russian
11. Drobov V.P. Rastitel'nost' v rayone Yakutsko-Ust'-Mayskogo trakta Yakutskoy oblasti i okruga. Tr. pochv.-bot. ekspeditsiy po issledovaniyu kolonizatsionnykh resursov Aziatskoy Rossii. Bot. issledovaniya 1912 g. Petrograd, 1914. Ch. 2, vyp. 1. 251 pp. [Drobov VP. Vegetation in the area of Yakut-Ust-Maya tract of Yakutsk oblast and district. *Proceedings of soil-botanical expeditions for investigating colonisation resources of Asian Russia. Botanical investigations 1912*. Petrograd: 1914. 2(1). 251 p.] In Russian
12. Krasnyuk A.A. Pochvy Lensko-Amginskogo vodorazдела (Yakutskiy okrug). Materialy komissii po izucheniyu YaASSR. L.: Izd-vo AN SSSR, 1927. Vyp. VI. 178 pp. [Krasnyuk AA. Soils of the Lena-Amga watershed (Yakutsk district). *Proceedings of the Commission for investigating YASSR*. Leningrad: Academy of Sciences of the USSR; 1927. Vol. VI. 178 p.] In Russian
13. Gorodkov B.N. Vechnaya merzlota i rastitel'nost'. Vechnaya merzlota: materialy KEPS. No 80. L.: Izd-vo AN SSSR, 1930. PP. 135-137. [Gorodkov BN. Permafrost and vegetation. *Permafrost*. Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 1930. Vol. 80. p. 135-137.] In Russian
14. Nikolaev A.N. Dendrokronologicheskie issledovaniya poslepozharnoy reaktsii drevesnykh porod v Tsentral'noy Yakutii. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2010. Vol. 12, No 1(3). PP. 888-891. [Nikolaev AN. Dendrochronological investigations of tree species post-fire reaction in Central Yakutia. *Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2010;12/1(3): 888-891.] In Russian
15. Nikolaev A.N., Isaev A.P., Gabysheva L.P. Dendrokronologicheskie issledovaniya pozharov na territorii statsionara Neleger v Tsentral'noy Yakutii. Nauka i obrazovanie. 2012. No 4 (68). PP. 40-44. [Nikolaev AN, Isaev AP, Gabysheva LP. Dendrochronological investigations of fires on the territory of Neleger station in Central Yakutia. *Nauka i obrazovanie*. 2012;4(68):40-44.] In Russian
16. Isaev A.P., Protopopova V.V., Takakhashi K. Istoriya lesnykh pozharov v okrestnostyakh g. Yakutsk. Problemy izucheniya rastitel'nogo pokrova Yakutii / pod red. V.E. Kardashevskoy, M.I. Efimovoy. Yakutsk: Sakhapoligrafizdat, 2004. PP. 121-126. [Isaev AP, Protopopova VV, Takakhashi K. History of forest fires in the suburbs of the city of Yakutsk. In: *Problems of investigating Yakutia vegetation cover* / Eds. V.E. Kardashevskaya, M.I. Efimova. Yakutsk: Sakhapoligrafizdat; 2004. p. 121-126.] In Russian
17. Shcherbakov I.P. Lesnoy pokrov Severo-Vostoka SSSR. Novosibirsk: Nauka, 1975. 344 pp. [Shcherbakov IP. Forest cover of the USSR North-East. Novosibirsk: Nauka; 1975. 344 p.] In Russian
18. Kurbatskiy N.P. Problema lesnykh pozharov. Vozniknovenie lesnykh pozharov / pod red. N.P. Kurbatskogo. M.: Nauka, 1964. PP. 5-60. [Kurbatskiy NP. The problem of forest fires. *Fire breaking-out* / Ed. NP. Kurbatskiy. Moscow: Nauka; 1964. p. 5-60.] In Russian
19. Buzykin A.I. Vliyaniye nizovykh pozharov na osnovnye lesa Srednego Priangar'ya. Okhrana lesnykh resursov Sibiri. Krasnoyarsk, 1975. PP. 141-153. [Buzykin AI. Ground fire impact on pine forests of Middle Angara region. *Protection of forest resources in Siberia*. Krasnoyarsk: 1975. p. 141-153.] In Russian

20. Abaimov A.P., Prokushkin S.G., Zyryanova O.A., Kaverzina L.N. Osobennosti formirovaniya i funktsionirovaniya listvennichnykh lesov na merzlotnykh pochvakh. *Lesovedenie*. 1997. No 5. PP. 13-23. [Abaimov AP, Prokushkin SG, Zyryanova OA, Kaverzina LN. Features of larch woods formation and functioning on permafrost soils. *Lesovedenie*. 1997;5:13-23.] In Russian
21. Abaimov A.P. Lesa merzlotnoy zony Sibiri: regional'nye osobennosti, prirodnyaya i antropogennaya dinamika. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya i dinamika lesov / pod red E.A. Vaganova. Krasnoyarsk: IL im. V.N. Sukacheva SO RAN, 2004. PP. 244-245. [Abaimov AP. Permafrost zone forests of Siberia: regional features, natural and anthropogenic dynamics. *Structural and functional organisation and dynamics of forests* / Ed. E.A. Vaganov. Krasnoyarsk: V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian branch of the Russian Academy of Sciences; 2004. p. 244-245.] In Russian
22. Yakovlev A.P. Pozharoopasnost' sosnovykh i listvennichnykh lesov. Lesnye pozhary v Yakutii i ikh vliyanie na prirodu lesa / pod red. I.P. Shcherbakova. Novosibirsk : Nauka, 1979. S. 195–212. [Yakovlev A.P. Inflammability of pine and larch woods. *Forest fires in Yakutia and their influence on forest nature* / Ed. I.P. Shcherbakov. Novosibirsk: Nauka; 1979. p. 195-212.] In Russian
23. Chugunova R.V. Gari Yuzhnoy Yakutii i ikh lesovozobnovlenie. Lesa Yuzhnoy Yakutii / pod red L.K. Pozdnyakova. M.: Nauka, 1964. PP. 110-143. [Chugunova RV. Burnt places of South Yakutia and reforestation. *Forests of South Yakutia* / Ed. L.K. Pozdnyakov. Moscow: Nauka; 1964. p. 110-143.] In Russian
24. Pozdnyakov L.K. Daurskaya listvennitsa. M.: Nauka, 1975. 312 pp. [Pozdnyakov LK. Dahurian larch. Moscow: Nauka; 1975. 312 p.] In Russian
25. Isaev A.P. Listvennichnye lesa srednetaezhnoy podzony Yakutii i lesovozobnovlenie na vyrubkakh : avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. Krasnoyarsk, 1993. 21 pp. [Isaev AP. Larch woods of Yakutia middle-taiga subzone and reforestation on cut-over lands [CandSci Dissertation abstract]. Krasnoyarsk: V.N. Sukachev Institute of forest; 1993. 21 pp.] In Russian
26. Tsvetkov P.A. Adaptatsiya listvennitsy Gmelina k pozharam v severnoy tayge Sredney Sibiri. Sib. ekol. zhurn. 2005. No 1. PP. 117-129. [Tsvetkov PA. Dahurian larch adaptation to forest fires in the Northern taiga of Middle Siberia. *Siberian Journal of Ecology*. 2005;1:117-129.] In Russian
27. Tsvetkov P.A. Pirofitnost' listvennitsy Gmelina s pozitsiy zhiznennykh strategiy. *Ekologiya*. 2004. No 4. PP. 259-265. [Tsvetkov PA. Dahurian larch pyrogenic characteristics from the standpoint of life strategies. *Ekologiya*. 2004;4:259-265.] In Russian
28. Pobedinskiy A.V. Izuchenie lesovosstanovitel'nykh protsessov. M.: Nauka, 1966. 60 pp. [Pobedinskiy AV. Investigation of reforestation processes. Moscow: Nauka; 1966. 60 p.] In Russian
29. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev. *Lesovedenie*. 1989. No 4. PP. 51-57. [Alekseev VA. Diagnostics of trees and timber stands viability. *Lesovedenie*. 1989;4:51-57.] In Russian