

УДК 630\*161

## МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИХ РОЛЬ В ИЗМЕНЕНИИ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ В ПЕРВЫЕ ГОДЫ ПОСЛЕ ПОРАЖЕНИЯ СИБИРСКИМ ШЕЛКОПРЯДОМ

**Чикидов И.И.**

ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН», Якутск,  
e-mail: chikidov@rambler.ru

Приводятся результаты изучения лиственничных лесов в первые годы после вспышки массового размножения сибирского шелкопряда в Центральной Якутии. Изменение микроклиматических условий приводит к изменению структуры растительности подчиненных ярусов. Дефолиация лиственницы ведет к возрастанию светового потока и росту температуры почвенного покрова, происходит резкое изменение теплового баланса почв. Вытаивание поверхностного мерзлотного экрана сопровождается высвобождением значительного количества ранее связанной воды. Заметным фактором является биогенное влияние гусениц шелкопряда. Флористические изменения в травяно-кустарничковом составе начинаются в первый год поражения вредителем. Травяно-кустарничковый покров за счет лесных кустарничков в первый год сохраняет свой облик. В дальнейшем по мере углубления и закрепления микроклиматических изменений мы наблюдаем переход к открытым растительным группировкам с внедрением в состав растительности луговых видов.

**Ключевые слова:** сибирский шелкопряд, микроклиматические условия, лиственничные леса, вспышка массового размножения, восстановление леса

## MICROCLIMATIC CONDITIONS AND THEIR ROLE IN CHANGING THE VEGETATION STRUCTURE OF LARCH FORESTS OF CENTRAL YAKUTIA DURING THE FIRST YEARS AFTER THE DEFEAT OF THE DENDROLIMUS SUPERANS SIBIRICUS TSCHETV

**Chikidov I.I.**

The Institute of Biological Problems of Cryolithozone of SD RAS, Yakutsk, e-mail: chikidov@rambler.ru

There are the results of the study of larch forests in the first years after outbreaks of the *Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv. in Central Yakutia. Change of microclimatic conditions leads to changes in the vegetation structure of the overtopped tiers. Defoliation of larch leads to an increase of the luminous power and the temperature rise of the soil, there is a rapid change of the soil thermal balance. The melt-out of surface ground ice is followed by the release of significant quantity of water. One of key factor is a biogenic influence of silkworm. Floristic changes in the grassy vegetation species composition begin in the first year of the parasitic attack. Grassy vegetation species covering preserves its shape by forest subshrub. We observe a transition to open vegetation groups with the introduction of the composition of the vegetation of meadow species as far as the deepening and consolidation of micro-climatic changes.

**Keywords:** *Dendrolimus superans sibiricus*, microclimatic conditions, larch forests, the outbreak of mass reproduction, forest regeneration

Лиственница Каяндера (*Larix caianderi* Mayr) является господствующим лесообразующим древесным видом в Центральной Якутии, занимая более 77% лесопокрытой площади [11]. Структура растительности лиственничных лесов Центральной Якутии подвергается коренным перестройкам в результате интенсивной рубки древостоев, систематических лесных пожаров и вспышек массового размножения сибирского шелкопряда (*Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv.).

Серьезную угрозу для лесной растительности представляют вспышки массового размножения сибирского шелкопряда (*Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv.), периодически возникающие в лиственничных лесах Центральной Якутии [1].

Продолжительный засушливый период 1991–1998 годов послужил предпосылкой к возникновению самой обширной за время наблюдений вспышки массового размножения сибирского шелкопряда [12]. С начала вспышки в 1999 г. до ее затухания в 2001 г. обширные площади лиственничных лесов Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия) были повреждены сибирским шелкопрядом [3]. Степень повреждения варьировала от малозначительного повреждения до полной гибели древостоя.

Способность к ежегодному обновлению ассимилирующего аппарата дает возможность лиственнице выдерживать поедание хвои вредителями и восстанавливать крону после объедания. Однако в условиях Центральной Якутии массовая гибель ли-

ственничных насаждений может наступить в случае 2-кратной (в 1-й год – неполной, во 2-й – полной) дефолиации [4]. Как под пологом мало- и средненарушенных лиственничных древостоев, так и в погибших древостоях наблюдалось резкое изменение микроклиматических условий, приводящее к изменению качественного и количественного состава растительности подчиненных ярусов.

### Цель исследования

Для изучения изменения структуры и состава лиственничных лесов первые годы после вспышки массового размножения сибирского шелкопряда нами проведены лесоводственно-геоботанические исследования в средневлажных лиственничных лесах Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия). Проведены маршрутные полевые работы на территории Хангаласского, Усть-Алданского, Чурапчинского, Амгинского и Таттинского улусов (районов) Республики Саха (Якутия), обследованы как пораженные вредителем шелкопрядники лиственничных лесов, так и незатронутые леса.

### Материалы и методы исследования

Геоботанические исследования по данной теме проводились нами в течение 15 лет (1997–2012 гг.). Проведены микроклиматические исследования для установления изменений микроклиматических условий в шелкопрядниках лиственничных лесов, роста и развития подроста лиственницы, подчиненных ярусов растительности – кустарникового, травяно-кустарничкового, мохово-лишайникового ярусов.

Геоботанические описания и описания почвенных профилей на пробных площадях на гарях, шелкопрядниках и в нетронутых лиственничниках (контрольные) площадью 400 и 600 кв. м проводились по методике В.Н. Сукачева, С.В. Зонна [10]. При описании кустарникового, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов использованы методы глазомерного определения проективного покрытия в%, оценки обилия по Друде [6]. Возрасты гарей определены опросным методом и по данным местных лесхозов и лесничеств, шелкопрядников по данным спутниковых снимков. В процессе маршрутных исследований было выполнено 150 геоботанических описаний.

Изучение микроклиматических изменений в лесах, пораженных сибирским шелкопрядом, и на контрольных участках проводились по следующим параметрам: освещенность у поверхности почвы, на высоте 1,5 м; температура воздуха на поверхности почвы; температура и полевая влажность почвы на глубинах 5 до 80 см; глубина сезонно-талого слоя (СТС) почвы. При этом использовался следующий набор метеорологического оборудования: недельные термографы, гигрографы, ртутные и спиртовые термометры (срочный, максимальный, минимальный), коленчатые термометры Савинова, электротермометры АМ-29, люксметры, весы.

### Результаты исследования и их обсуждение

Основным ущербом, наносимым гусеницами сибирского шелкопряда лиственничным древостоям, является объедание хвои деревьев и вызванное обесхвоением нарушение древостоев и их гибель.

*Освещенность поверхности почвы.* Интенсивное объедание хвои лиственницы в очагах массового размножения сибирского шелкопряда достаточно быстро приводит к полной дефолиации древостоев: к концу июля началу августа в очагах не сохраняется деревьев с хвоей. В период высокой солнечной активности это ведет к резкому увеличению освещенности поверхности почвы, что в дальнейшем приводит к активному изменению микроклиматических условий под пологом пораженных лесов.

Замеры условий освещенности проводились в трех различных по условиям участках – в открытом месте, в очаге массового размножения сибирского шелкопряда с дефолированным древостоем и на контрольном участке незатронутого шелкопрядом лиственничного леса. На всех участках замеры проводились на высоте 1,5 м от поверхности и на поверхности почвы, вычислялись процентные соотношения величин к абсолютной освещенности. За абсолютную освещенность брались показатели освещенности на высоте 1,5 м на открытом месте (табл. 1).

По сравнению с контрольным участком, в шелкопряднике резко возрастает освещенность почвы – интенсивность светового потока возрастает более чем в два раза. Несмотря на невысокую сомкнутость крон в лиственничных лесах, составляющую в среднем для Центральной Якутии 0,4–0,5 единиц, основную долю освещенности в этих лесах вносят деревья. Древостой задерживает более 60% светового потока, и, по сути, он является основным фактором, необходимым для сохранения и развития типично лесного облика растительного сообщества. Если на контрольном участке разница между показателями освещенности на высоте 1,5 м и на поверхности почвы невелика и не превышает 1% от абсолютных показателей, то в шелкопрядниках разница освещенности по высоте превышает 5%. Древостой здесь за счет дефолиации перестает играть роль фактора, отвечающего за затененность. Затененность поверхности почвы в шелкопрядниках возникает за счет резкого повышения роли подчиненных ярусов – подлеска и травяно-кустарничкового покрова, а также за счет стволов и веток дефолированного древостоя.

Таблица 1

Средние показатели освещенности на пробных площадях  
в окрестностях с. Боробул, Татгинский улус

Точка замера	В шелкопряднике		В лесу (контроль)		На открытом месте	
	тыс. лк	% от а.о.*	тыс. лк	% от а.о.	тыс. лк	% от а.о.
На поверхности почвы	24,0	75,0	11,1	34,7	26,9	84,1
На высоте 1,5 м	26,8	83,7	11,8	36,8	32,0	100

Примечание. а.о. – абсолютная освещенность, соответствует освещенности на высоте 1,5 м на открытом месте.

Пик поражения древостоя в очаге массового размножения шелкопряда наступает к началу августа, когда на территории очага практически не остается охвоенных деревьев. Лиственница может выдерживать полную дефолиацию в течение двух вегетационных сезонов, однако в подчиненных ярусах лесной растительности происходят кардинальные изменения, вызванные увеличением светового потока, попадающего на поверхность почвы. В древостоях, поврежденных шелкопрядом, после дефолиации более чем в два раза снижается способность задерживать световой поток. Если в неповрежденных шелкопрядом лиственничных лесах (контрольный участок), мощность светового потока составляет 36,8% от абсолютной освещенности, то в шелкопрядниках этот показатель возрастает до 83,7%. Таким образом, мы можем сделать вывод о том, что участие хвой позволяет задерживать до 50% светового потока, что совпадает с выводом о том, что каждый балл сомкнутости крон в лиственничных лесах снижает освещенность на 8–10% [13]. Роль древостоя даже в дефолированном виде остается достаточно высокой, что объясняется участием в затенении «постоянных» частей деревьев – стволов и ветвей.

В свою очередь увеличение светового потока инициирует активные изменения в подчиненных ярусах. В последующие после вспышки массового размножения сибирского шелкопряда годы в пораженных лесах наблюдается рост обилия видов кустарникового яруса, ранее находившихся под влиянием древостоя в угнетенном состоянии. В травяно-кустарничковом ярусе наблюдается тенденция замены типичных лесных кустарничков на злаковое высоко-травье и увеличение обилия экотонных видов, таких как земляника восточная. Однако увеличение доли подчиненных ярусов не компенсирует увеличение освещенности от

дефолиации древостоя. Увеличение светового потока, падающего на поверхность почвы, приводит к изменению других микроклиматических параметров.

*Изменение температуры почв.* В связи с более чем двукратным увеличением освещенности (табл. 1) и попадающим на поверхность потоком солнечной радиации возрастает и температура почвенного слоя.

Если в приповерхностном слое (до 5 см) разница температур между контрольным участком и шелкопрядником составляет около 15%, то в более глубоких слоях почвы (10–50 см) эта разница увеличивается до 20–40%. На глубине 80 см температура в шелкопряднике и на контрольном участке практически выравнивается (табл. 2).

Таблица 2

Температура (°C) почвы в лесу  
в дневное время при температуре воздуха  
24,3 °C (11.00–20.00) 10.08.03,  
окр. с. Чычымах, Татгинский улус

Глубина, см	В лесу (контроль)	В шелкопряднике
5	13,7	16,3
10	10,2	13,1
20	6,9	9,2
30	4,9	7,5
40	3,9	6,4
50	3,0	5,0
80	0,6	0,7

На территориях с развитым подземным ледовым комплексом в насаждениях северной части Лено-Амгинского междуречья наблюдаются термокарстовые процессы, вызванные резким изменением теплового баланса почв. Считается, что изменение температурного режима грунтов, приводящее к развитию термокарстового процесса, может быть вызвано нарушениями растительного покрова, органогенного слоя почвы, выступающего в роли теплоизоли-

рующего слоя, а также изменением гидрологических условий на локальных участках [8, 9]. Термокарстовые процессы, как правило, развиваются на месте погибших в результате вспышки массового размножения сибирского шелкопряда лиственничных лесов. Однако в некоторых случаях именно развитие термокарстовых процессов в поврежденных шелкопрядом лесах может быть причиной гибели древостоев.

*Изменение условий увлажнения.* В связи с увеличением поступления тепла к поверхности почвы, уменьшением испарения и транспирации с единицы площади, заметным изменением гидротермического режима почвы происходит активное вытаивание поверхностного мерзлотного экрана, что сопровождается высвобождением значительного количества ранее связанной мерзлотой воды [5]. Начинается заболачивание почв и смена брусничных и травянистых ценозов новыми эдификаторами – гидрофильными злаковыми и разнотравными (главным образом земляничными) ценозами.

*Биогенное воздействие шелкопряда.* Кроме выше перечисленных микроклиматических факторов, обуславливающих изменение условий произрастания под пологом пораженных сибирским шелкопрядом лесов, немаловажным фактором является обогащение почвы продуктами жизнедеятельности гусениц шелкопряда.

Разложение опада хвои лиственницы на мерзлотных грунтах происходит медленными темпами, преимущественно за счет дереворазрушающих грибов. Происходит его накопление на поверхности почв, что неблагоприятно сказывается на термическом балансе, препятствует укоренению всходов, повышает пожарную опасность в лесах. В течение своего двухгодичного цикла развития одна гусеница сибирского шелкопряда, питаясь хвоей лиственницы, выделяет 8,49 г экскрементов [1]. Эти выделения характеризуются высоким содержанием азотистых соединений (3% общего азота в пересчете на абсолютно сухое вещество) и малым содержанием клетчатки [7]. Полное обесхвоение дерева в местных условиях происходит при критической численности перезимовавших гусениц старших возрастов примерно в 300–500 особей на одно дерево (в зависимости от его размера) [3]. В этом случае вся хвоя с деревьев в переработанном виде может поступить в подстилку всего за 1,0–1,5 месяца. Если принять за среднее количество стволов лиственницы 1000 экз.

на гектар в 90–100-летних средневлажных лиственничниках брусничной группы [1], то в течение 2 лет интенсивного объедания хвои до полной дефолиации при количестве вредителя 500 особей на дерево выделяется более 4 т экскрементов на 1 га.

Флористические изменения в травяно-кустарничковом составе шелкопрядников начинаются непосредственно в год первого объедания хвои вредителем. Как было сказано выше, лиственница, являясь устойчивым к дефолиации видом, может сохранять жизнестойкость в течение 2 лет объедания. В некоторых случаях мы можем наблюдать массовое появление (более 50% древостоя) хвои после 100%-ного объедания хвои и окукливания части вредителя в конце июля-августа. Таким образом, мы можем считать годом начала активных изменений состава и структуры растительности пораженных лиственничников год массового заселения пораженного участка вредителем.

Микроклиматической предпосылкой изменений является осветление участка в результате дефолиации древостоя и весь комплекс изменений, вызванный данным фактором. Также большую роль на данной стадии играет биогенное воздействие сибирского шелкопряда.

Первый этап изменений в растительном покрове характеризуется сохранением общего лесного облика травяно-кустарничкового яруса – лесные кустарнички, такие, как брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), багульник (*Ledum palustre*), доминировавшие в покрове ненарушенного лиственничника, пока еще сохраняют ведущую роль в покрове. Однако дефолиация древостоя, снижение корневой конкуренции и резкое увеличение количества легко усвояемого гумуса в почве переработанной гусеницами сибирского шелкопряда хвои лиственницы дает толчок развитию в покрове быстрорастущих растений, таких как мышиный горошек (*Vicia cracca*), полынь пижмолистная (*Artemisia tanacetifolia*) и земляника восточная (*Fragaria orientalis*). Постоянно присутствуя с невысоким обилием в видовом составе ненарушенных разнотравно-брусничных лиственничников, эти виды под воздействием благоприятных факторов резко наращивают свое обилие. К третьему году после поражения сибирским шелкопрядом они уверенно доминируют в травяно-кустарничковом покрове, постепенно вытесняя лесные кустарнички, пока еще сохраняющие достаточно высокое обилие.

### Выводы

Основной микроклиматической предпосылкой изменений растительного покрова является осветление в результате дефолиации древостоя и весь комплекс изменений структуры насаждения, вызванный данным фактором. Изменения в видовом составе травяно-кустарничкового яруса имеют скорее качественные, чем количественные показатели. В целом травяно-кустарничковый покров за счет лесных кустарничков в первый год сохраняет свой облик. В дальнейшем по мере углубления и закрепления микроклиматических изменений мы наблюдаем переход к открытым растительным группировкам с внедрением в состав растительности луговых видов.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИБПК СО РАН на 2017–2020 по теме «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии», рег. номер АААА-А17-117020110056-0.*

### Список литературы

1. Аммосов Ю.Н. Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv.) в Центральной Якутии // Хвойные деревья и насекомые дендрофаги. – Иркутск, 1978. – С. 74–84.
2. Болдаруев В.О. Динамика численности сибирского шелкопряда и его паразитов. – Улан-Уде: Бурятское кн. изд-во, 1969. – 162 с.
3. Винокуров Н.Н., Исаев А.П., Потапова Н.К., Ноговицына С.Н. О вспышке массового размножения сибирского шелкопряда в Центральной Якутии в 1999–2000 гг. // Наука и образование. – 2001. – № 1. – С. 65–68.
4. Винокуров Н.Н., Исаев А.П. Сибирский шелкопряд в Якутии // Наука и техника в Якутии. – 2002. – С. 53–56.
5. Оконешникова М.В., Десяткин Р.В., Исаев А.П. Влияние массовых вспышек сибирского шелкопряда на состав и свойства мерзлотных палевых почв // Материалы научно-практической конференции «Лесные исследования в Якутии: итоги, состояние и перспективы», Т. 1. – Якутск: ЯГУ, 2006. – С. 77–83.
6. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1964. – С. 209–299.
7. Рожков А.С. Сибирский шелкопряд. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 175 с.
8. Соловьев П.А. Аласный рельеф Центральной Якутии и его происхождение // Многолетнемерзлые породы и сопутствующие им явления на территории ЯАССР. – М., 1962. – С. 38–53.
9. Строение и абсолютная геохронология аласных отложений Центральной Якутии. – Новосибирск: Наука, 1979. – 96 с.
10. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 44 с.
11. Тимофеев П.А., Исаев А.П., Щербаков И.П. и др. Леса среднетаежной подзоны Якутии. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1994. – 140 с.
12. Чикидов И.И. Роль климатических факторов в развитии очагов массового размножения сибирского шелкопряда в Центральной Якутии в 1998–2001 гг. // Вестник ЯГУ. – Якутск, 2009. – Т.6, № 3. – С. 8–12.
13. Щербаков И.П., Михалева В.М., Чугунова Р.В., Карпель Б.А. Формирование растительного покрова в связи с рубками в лесах Юго-Западной Якутии. – Новосибирск: Наука, 1977. – 296 с.