

Шелкопряд и сукцессии в южной тайге Западной Сибири

Т. А. БУРЕНИНА, В. В. КУЗЬМИЧЕВ, В. И. ХАРУК

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок*

АННОТАЦИЯ

Исследована применимость съемки Landsat в анализе индуцированных сибирским шелкопрядом сукцессий в темнохвойных формациях Южной Сибири (Кеть-Чулымское междуречье). В Кеть-Чулымском междуречье в 1953–1957 гг. леса были повреждены на территории ~ 1,5 млн га. Дешифрованы материалы съемки, выполненной в период с 1980 по 2000 г.

По материалам съемок разных лет реконструирована последовательность событий, произошедших после повреждения лесов шелкопрядом. На шелкопрядниках Кеть-Чулымского междуречья использовались три “временных среза”: съемки 1980, 1990 и 2000 гг.

В своем распространении темнохвойные леса как тип растительных сообществ приурочены к зоне тайги. Западно-Сибирская равнина является одной из классических областей развития темнохвойной тайги. По условиям тепло-влажностности на этой территории должны преобладать темнохвойные леса как зональный тип растительности. Фактически, как отмечает ряд исследователей [1, 2], площади, занятые вторичными мелколиственными и смешанными лесами, значительно превышают территории, на которых сохранились сообщества темнохвойной тайги.

Естественно предполагать, что эти производные леса представляют те или иные стадии лесовосстановительного процесса темнохвойной тайги после каких-либо нарушений. Одним из основных факторов нарушения естественного генезиса лесов, как правило, являются пожары. Кроме пожаров, по мнению Ю.П. Кондакова [3], таким фактором служат насекомые-вредители. По мнению Н. Г. Колосийца [4], наиболее важным из них является сибирский шелкопряд. Для темнохвойной тайги Западной Сибири, как показали в своих работах В. В. Фуряев [5–7] и М. И. Кули-

ков [8], необычайно широкое распространение производных мелколиственных лесов и их длительное существование обусловлены периодически повторяющимся воздействием сибирского шелкопряда и пожаров.

Площади, пройденные шелкопрядом, поражают своими масштабами. С. С. Прозоров [9] указывает, что в результате массового размножения сибирского шелкопряда в 1919–1921 гг. в пихтовых лесах Горной Шории усохло более 40 тыс. га леса. Н. Г. Коломиец [10] приводит данные о том, что за 25 лет (1930–1955) на территории Западной Сибири повреждено сибирским шелкопрядом около 7 млн га леса.

В Красноярском крае массовые размножения сибирского шелкопряда отмечались на обширной территории – от лиственничников северных отрогов хр. Танну-Ола до подзоны средней тайги Западно-Сибирской равнины и Енисейского кряжа – в 1909, 1914–1917, 1920–1924, 1942–1946, 1952–1957, 1964–1968, 1992–1996 гг. В. В. Фуряев [5] отмечает, что только на Кеть-Чулымском междуречье за период 1952–1957 гг. пострадало от сибирского шелкопряда около 1,5 млн га лесов. Вспышка массового размножения этого на-

секомого в 1992–1996 гг. в лесах Енисейского Приангарья повредила леса на площади более 1 млн га [11].

Значительное внимание уделялось изучению процессов лесовосстановления в насаждениях, поврежденных шелкопрядом [4, 12–16]. В одних случаях исследователи отмечают безнадежность лесовосстановления естественным путем [4, 12, 15], в других – подчеркивается успешность лесовозобновления [13, 14]. Различные точки зрения авторов этих работ на процесс лесовосстановления после гибели древостоя в результате воздействия сибирского шелкопряда, очевидно, связаны с неодинаковыми лесорастительными условиями контролируемых районов, а также масштабами и степенью повреждения.

Одна из важнейших теоретических предпосылок современного лесоведения – обязательный учет динамики лесов в географическом аспекте. В этом отношении весьма перспективна космическая съемка. Данные дистанционного зондирования за разные годы позволяют проследить пространственно-временную динамику лесовосстановления на больших площадях. Известно, что особенности лесообразовательного процесса зависят от происхождения производных лесов. Задача заключалась в том, чтобы на основе использования дистанционных методов установить направленность лесообразовательного процесса в насаждениях, пострадавших от шелкопряда.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использованы данные космической съемки со спутников системы “Ресурс”, Landsat-4 и Landsat-7, выполненной в летний период 1980, 1990 и 2000 гг. Анализировался участок, ограниченный с юга и севера $56^{\circ}45'$ и $57^{\circ}06'$ параллелями, а с запада и востока – $91^{\circ}56'$ и $92^{\circ}33'$ меридианами (рис. 1). В пределах этого участка выделено два очага повреждения, которые четко выделяются на снимках.

Участок расположен в междуречье Кети и Малого Кемчуга. Рельеф района представлен плоскими равнинами с абсолютными высотами 150–200 м, сложенными элювиально-делювиальными отложениями. Протекающие

здесь по заболоченным долинам притоки Кети и Малого Кемчуга имеют еле заметное течение.

Из-за удаленности от Атлантического океана климат здесь континентально-циклонический. Суммарная радиация составляет около 90 ккал/см^2 . Радиационный баланс положительный и в течение года колеблется от 20 до 30 ккал/см^2 . Зима суровая, холодная. Средние январские температуры $-19,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум $-58 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Лето умеренное, теплое, влажное. Средняя температура июля $+18,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха составляет $-2,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [17].

Циклоническая деятельность, формирующая климат и погоду юго-востока Западно-Сибирской равнины, развивается на арктических и полярных фронтах. Район исследований, как и вся таежная зона Западно-Сибирской равнины, характеризуется избыточным увлажнением. Годовая сумма осадков составляет 420–585 мм. На долю жидких осадков приходится 70 % от суммарного количества, значительная их часть выпадает в летние месяцы (225–235 мм). Снежный покров распределяется неравномерно, его средняя высота составляет 70–83 см, число дней со снежным покровом колеблется от 183 до 196. Запас воды в снеге к началу весны достигает в среднем 97–123 мм, максимум 116–174 мм. Осадки на 100–200 мм превышают испарение. Наибольшее количество радиационного тепла (до $25\text{--}28 \text{ ккал/см}^2 \text{ год}$) тратится на испарение, и только 2–3 $\text{ккал/см}^2 \text{ год}$ расходуется на турбулентный обмен [17, 18].

Основной фон почвенного покрова представлен дерново-подзолистыми почвами со вторым гумусовым горизонтом, различной степени оподзоленности. Почвы дренированных речных долин отличаются слабым глубинным оглеением [19]. В южной части исследуемого региона встречаются серые и темно-серые глинистые и суглинистые почвы [20].

Согласно лесорастительному районированию Западной Сибири [1], этот округ относится к Кеть-Чулымской подпровинции мелколиственно-темнохвойных лесов среднетаежной зоны. Лесопокрываемая площадь занимает 65 % территории. На березняки приходится 36 % от общей лесопокрываемой площади, со-

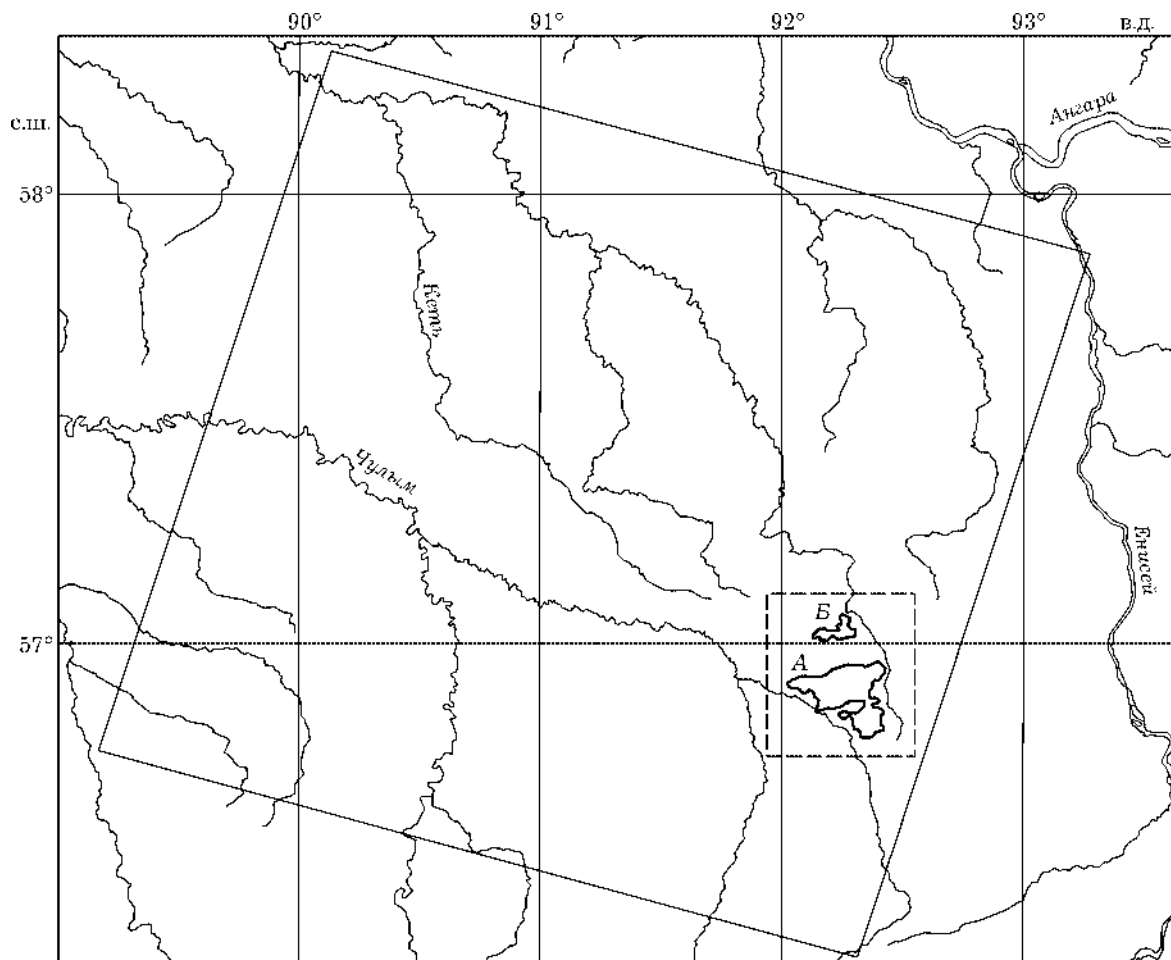


Рис. 1. Очаги массового размножения сибирского шелкопряда на Кеть-Чулымском междуречье, вспышка 1953–1957 гг.

А – шелкопрядник площадью 20 тыс. га, Б – то же 3 тыс. га.

сняки – 25 пихтарники – 18, кедровники – 16, ельники – 4 и осинники – около 1 %.

Съемки из космоса Кеть-Чулымского междуречья представлены спектрзональным снимком (камера КФА-1000, июль 1980 г.) и двумя сценами Landsat, датированными 09.06.1990 г. (Landsat-4) и 20.06.2000 г. (Landsat-7). Наземные исследования проводили на территории Красноключинского лесничества Б.-Муртинского лесхоза. Были заложены пробные площади (табл. 1), приуроченные к более крупному очагу массового размножения шелкопряда в 1953–1957 гг.

Закладка пробных площадей выполнялась по методике Федеральной лесной службы США, штат Аляска [21]. Согласно этой методике, закладывалось четыре круговые площадки (радиусом 7,6 м): одна в центре и три

на окружности радиусом 30 м (от центра первой площадки). Периферийные площадки размещались под углом 120° друг относительно друга, с ориентацией одной из них на север. Внутри каждой площадки определяли инвентаризационные характеристики (породу, диаметр, высоту, возраст, состояние кроны и дерева), состояние подроста, описывали почву и напочвенный покров. Наряду с наземными данными в анализе использовался план лесонасаждений, выполненный в 1991 г. (М 1 : 50.000), а также материалы публикаций.

Материалы съемки Landsat анализировали с помощью пакета программного обеспечения ERDAS IMAGINE 8.4. Методика обработки изображений состояла из следующих этапов: 1) первичная обработка, 2) классификация методом максимального правдопо-

Характеристика пробных площадей

№ пр. п., порода	Состав	Полнота	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м ³ /га
№ 1	I – 10К,сух.Е; II – 6ПЗЕ1Б	0,9			
1-й ярус:					
кедр (240)		0,22	28	44	160
ель (сух.)		–	–	–	20
2-й ярус:					
пихта (70)		0,43	15	18	144
ель (70)		0,17	18	22	43
береза (40)		0,08	17	16	300
№ 2	4ПЗЕЗБ+К	0,4			
Пихта (40)		0,16	8	9	14
Ель (40)		0,07	9	11	8
Береза (40 + 20)		0,13	8	9	8
№ 3	3ПЗЕ1КЗБ	0,64			
Пихта (70)		0,30	7	8	16
Ель (40)		0,17	9	12	18
Кедр (40)		0,03	8	12	4
Береза (40 + 20)		0,14(0,21)	11	9	18
№ 4	4ЕЗКЗП	1,15			
Ель (160)		0,36	26	32	166
Кедр (150)		0,29	18	24	110
Пихта (80)		0,50	14	14	108
№ 5					
Сухостой	9К1П+.Е ед.Б	0,37			
Кедр (220)		0,34	23	34	197
Пихта (90)		0,03	14	13	7
Живой древ.	7П(90)2К1П(40)	0,20			
Пихта (90)		0,15	18	20	43
Кедр (220)		0,02	24	34	14
Пихта (40)		0,03	5	6	3
№ 6					
Береза (20 + 40)	10Б	0,20	9	9	20

добия (ММП). Размер сцены для системы Landsat составляет 185×185 км, наземное разрешение – 30 м. Дешифрирование снимков системы Landsat проводилось при использовании всех семи каналов. В качестве обучающих выборок при дешифрировании изображений и тестовых участков для оценки точности получаемой классификации использовали данные наземных обследований и планы лесонасаждений Красноключинского, Верхне-Казанского и Мостовского лесничеств Б.-Муртинского лесхоза.

Разделимость обучающих выборок определялась по расстоянию Джеффриса–Матусита (JM). В качестве критериев различий анализируемых элементов ландшафта использовали их спектральные сигнатуры и

нормализованную разность вегетационного индекса. Последняя определяется соотношением

$$NDVI = I_{ir} - I_r / I_{ir} + I_r, \quad (1)$$

где I_r , I_{ir} – величины сигналов в третьем (0,58–0,68 мкм) и четвертом (0,72–1,1 мкм) каналах Landsat соответственно. Точность классификации оценивалась сопоставлением с материалами наземных обследований. После получения достоверной классификации были выделены контуры шелкопрядников и в их пределах подсчитаны площади каждого выделяемого класса. Более подробно методика обработки изображений и выделения классов земной поверхности на изображениях описана в работе [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ наземных обследований показывает, что выбранные тестовые участки, где были заложены пробные площади, отражают различные варианты повреждения лесов шелкопрядом и, соответственно, различные типы восстановления коренных лесов на них. Это вариант полного повреждения древостоя до степени отмирания, в последующем неоднократно пройденного пожарами. Это и периферийные участки, поврежденные шелкопрядом в меньшей степени, но ослабленные стволовыми вредителями. Часть периферийных участков пройдена пожаром, а в некоторых из них процесс лесовосстановления протекает без постпожарных сукцессий.

По материалам лесоинвентаризации 1956 г. для исследуемой территории выявлено 19,9 тыс. га пихтачей, поврежденных сибирским шелкопрядом до степени отмирания, и 4,8 тыс. га лесов с повреждением около 50 % деревьев. На основе дешифрирования изображений системы Landsat и "Ресурс" на рассматриваемом участке выделено два очага с поврежденным древостоем, площадь первого – около 20 тыс. га, второго – почти 3 тыс. га. На изображении также представлены леса, не пострадавшие от шелкопряда, вырубки и участки с частично поврежденным древостоем. Для исследуемой территории выделено восемь классов природных образований, отражающих категории лесов с ненарушен-

ным древостоем и различные варианты повреждения лесов, связанные с воздействием сибирского шелкопряда. Таким образом, определены следующие виды ландшафтов:

- 1) не возобновившиеся вырубки и гари;
- 2) пустыри и прогалины;
- 3) редины (низкополнотные березовые молодняки);
- 4) сомкнувшиеся молодые и средневозрастные березняки;
- 5) спелые березняки;
- 6) смешанные хвойно-лиственные молодые и средневозрастные древостои;
- 7) темнохвойные древостои: 7.1) кедрово-еловые, 7.2) пихтово-еловые;
- 8) свежие гари.

Анализ значений NDVI по классам (табл. 2) показывает, что минимальные величины характерны для свежих гарей и невозобновившихся вырубок и гарей, максимальные – для сомкнувшихся березовых насаждений. Как показывают данные табл. 2, одинаковые классы на изображениях 1990 и 2000 г. имеют различные значения NDVI. Это, очевидно, связано с тем, что съемка проводилась в разные фазы развития растительного покрова.

В пределах выделенных шелкопрядников представлено семь классов, характеризующих растительность территории, так как на момент съемки 1990 и 2000 г. отсутствовали свежие гари (табл. 3). Такие классы, как кедрово-еловые и пихтово-еловые древостои, характеризуют коренные леса данного региона. На рассматриваемом участке они приурочены в основном к долинам рек и ручьев и занимают небольшие площади. Поэтому в

Т а б л и ц а 2
Значения NDVI классов лесных территорий

№	Названия классов	NDVI	
		1990 г.	2000 г.
1	Невозобновившиеся вырубки и гари	0,12 ± 0,05	0,17 ± 0,16
2	Пустыри и прогалины	0,18 ± 0,04	0,54 ± 0,02
3	Редины (низкополнотные березовые молодняки)	0,31 ± 0,07	0,55 ± 0,03
4	Сомкнувшиеся молодые и средневозрастные березняки	0,58 ± 0,04	0,54 ± 0,02
5	Спелые березняки	0,63 ± 0,02	0,52 ± 0,02
6	Смешанные хвойно-лиственные молодые и средневозрастные древостои	0,55 ± 0,02	0,45 ± 0,03
7.1	Кедрово-еловые древостои	0,47 ± 0,03	0,35 ± 0,04
7.2	Пихтово-еловые древостои	0,43 ± 0,03	0,29 ± 0,03
8	Свежие гари	0,03 ± 0,02	0,14 ± 0,07

Т а б л и ц а 3
Оценка площадей выделенных классов, га

Класс	Шелкопрядник № 1			Шелкопрядник № 2		
	1980 г.	1990 г.	2000 г.	1980 г.	1990 г.	2000 г.
Невозобновившиеся вырубки и гари	2979 ± 24	1145 ± 2	766 ± 2	1006 ± 8	861 ± 2	414 ± 1
Пустыри и прогалины	6831 ± 55	2852 ± 20	1075 ± 8	446 ± 4	460 ± 3	127 ± 1
Редины (низкополнотные березовые молодняки)	8135 ± 472	12 000 ± 384	7036 ± 225	799 ± 46	656 ± 21	440 ± 14
Сомкнувшиеся молодые и средневозрастные березняки	1705 ± 72	3695 ± 159	8193 ± 352	322 ± 14	624 ± 27	674 ± 29
Спелые березняки	41 ± 1	98 ± 2	1578 ± 36	6 ± 0	3 ± 0	449 ± 10
Смешанные хвойно-лиственные молодые и средневозрастные древостои	335 ± 2	313 ± 1	1475 ± 4	70 ± 1	66 ± 1	567 ± 2
Темнохвойные древостои	385 ± 1	307 ± 1	286 ± 1	347 ± 1	327 ± 1	326 ± 1

табл. 3 эти леса представлены одним классом – темнохвойных древостоев.

Анализ изменения площадей различных категорий по годам (рис. 2) позволяет проследить динамику лесовосстановительного процесса на шелкопрядниках № 1 и 2, значительно различающихся по площади.

К 1980 г. последствия воздействия шелкопряда проявились в том, что около 50 % площади как первого, так и второго участков стали безлесными. Они представлены невозобновившимися гарями и пустолями с прогалинами. Это вполне согласуется с выводами Н. Г. Коломийца [4], В. В. Фурьева [7], Э. Н. Фалалеева [15] и ряда других исследователей, изучавших шелкопрядники. Они утверждают, что в течение 35–40 лет на месте очагов массового размножения шелкопряда происходит интенсивное зарастание территории кустарниками и крупнотравьем, что на длительное время затрудняет, а в некоторых случаях и исключает возможность естественного возобновления. Эти территории представляют собою сильно захлащенные и опасные в пожарном отношении пустоли.

По результатам анализа изображения 1980 г. следует, что около 40 % площади первого участка и 27 % – второго шелкопрядника занимает класс редины и около 10 % площади шелкопрядников представлены сом-

кнувшимися молодыми и средневозрастными березняками. По материалам лесоинвентаризации установлено, что к 1969 г. почти половина площади первого шелкопрядника пройдена пожарами и, как следствие пожаров 60-х гг., к 1980 г. на этих территориях наблюдается смена травяно-кустарничковых сообществ на лесные фитоценозы. Как следует из диаграммы (см. рис. 2), в 1980 г. на обоих участках представлены классы смешанных и хвойных древостоев. Если для смешанных насаждений отмечена некоторая динамика по годам, то площади, занятые хвойным лесом, не изменились с 1980 по 2000 г. В основном это небольшие массивы пихтово-кедровых лесов, приуроченных к долинам ручьев и уцелевших от вредителей, либо периферийные участки, незначительно пострадавших от шелкопрядников.

В последующие годы наблюдается довольно интенсивный процесс лесовосстановления, особенно на шелкопряднике № 1, где в конце 70-х – начале 80-х гг. прошли значительные пожары. С 1980 по 1990 г. на шелкопряднике № 1 почти в 3 раза снижаются площади безлесных территорий и, соответственно, увеличиваются площади низкополнотных молодняков и сомкнувшихся молодых и средневозрастных березняков. К 1990 г. площадь безлесных территорий составляла менее

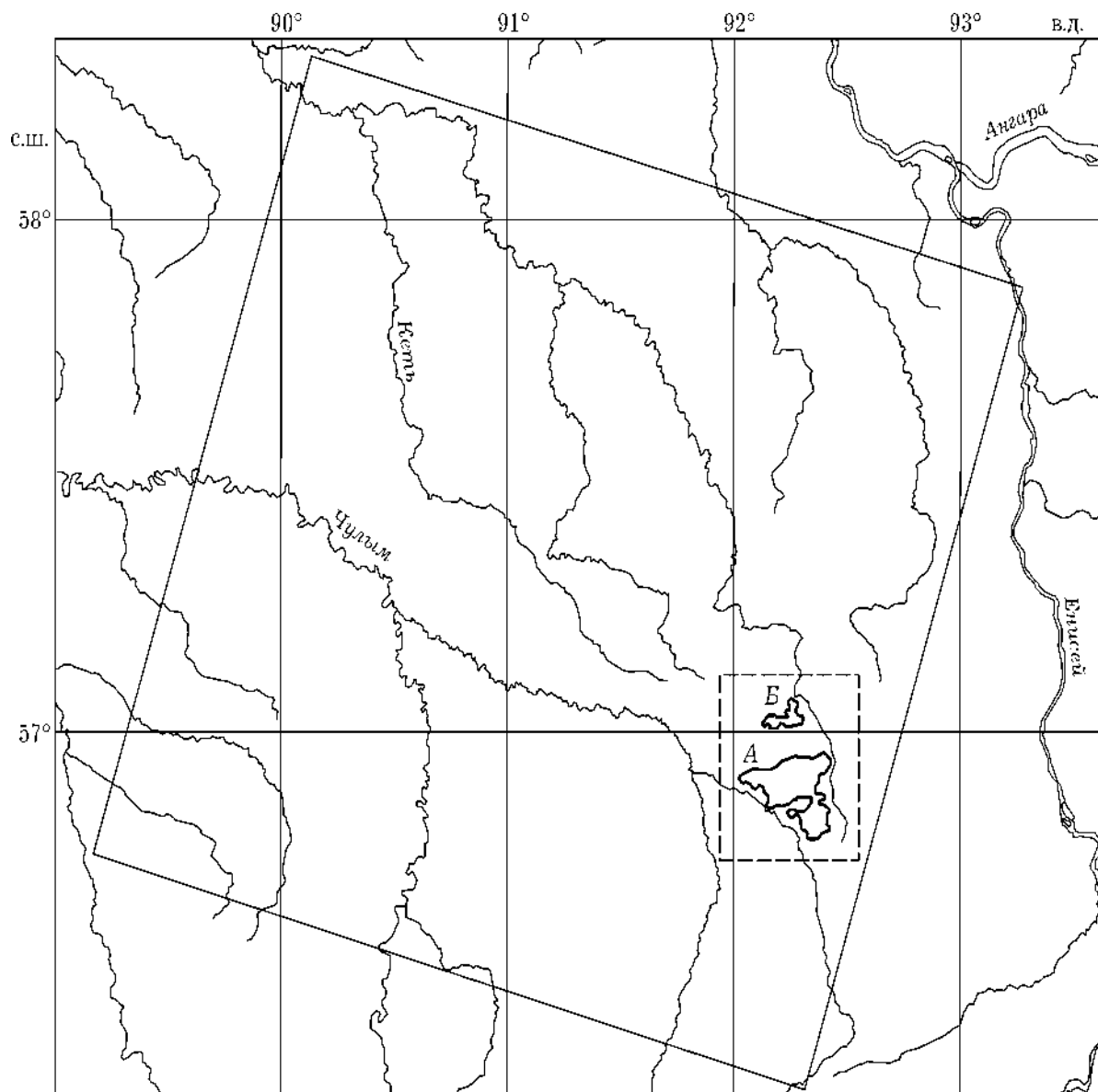


Рис. 2. Динамика основных элементов шелкопрядников Кеть-Чулымского междуречья.

№ 1 – шелкопрядник с площадью 20 тыс. га, № 2 – шелкопрядник с площадью 3 тыс. га; 1 – невозобновившиеся вырубki и гары, 2 – пустыри и прогалины, 3 – редины (низкополнотные березовые молодняки), 4 – сомкнувшиеся молодые и средневозрастные березняки, 5 – спелые березняки, 6 – смешанные хвойно-лиственные молодые и средневозрастные древостои, 7 – темнохвойные древостои.

20 % от общей, редины занимали почти 60 %, сомкнувшиеся молодые и средневозрастные березняки – 18 %, а остальная территория (5 %) была распределена между смешанными хвойно-лиственными насаждениями и массивами коренных темнохвойных лесов. Для шелкопрядника № 2 характерно незначительное уменьшение площади безлесных территорий (всего на 5 %). Возможно, это связано

с повторными пожарами, в результате которых погибало возобновление.

К 2000 г. продолжается тенденция уменьшения площади невозобновившихся гарей, пустырей и прогалин, их суммарная площадь составила 8 % от общей площади на участке № 1 и 18 % – на участке № 2. Интенсивность процесса лесовосстановления подтверждается тем, что в 2000 г. по сравнению с

1990 г. на участке № 1 более чем в 2 раза увеличилась площадь сомкнувшихся молодых и средневозрастных березняков, площадь спелых березняков в 2000 г. составила более 1,5 тыс. га. На участке № 2 прослеживается аналогичная тенденция: увеличение площади спелых березняков до 449 га по сравнению с 6 га в 1980 г., что отражает происходящие здесь возрастные изменения – переход травяно-кустарниковых сообществ в молодые низкополнотные березняки, последних – в сомкнувшиеся березовые насаждения и далее – в спелые древостой.

С 1990 по 2000 г. наблюдается увеличение в несколько раз площади смешанных хвойно-лиственных насаждений на шелкопряднике № 2 и менее значительное – на первом участке. Территории, относящиеся к этому классу, приурочены в основном к периферии очагов шелкопряда. Как правило, на периферии очагов шелкопрядника погибает не весь древостой хвойных пород, но впоследствии он повреждается стволовыми вредителями. Несмотря на последующее усыхание взрослых деревьев, подрост хвойных сохраняется. До 1980 г. эти территории таксировались как низкополнотные березовые молодняки, а к 2000 г. с выходом темнохвойных пород из-под полога березы эти насаждения попадают в класс смешанных хвойно-лиственных молодняков.

На основе анализа данных съемки спутников системы Landsat и “Ресурс” за период 1980–2000 гг. и наземных обследований выявлена тенденция лесообразовательного процесса на территории с насаждениями, погибшими в результате вспышки массового размножения шелкопряда. Прослеживаются две схемы лесовосстановления, различающиеся для центральных и периферийных участков шелкопрядников.

Для центральной части шелкопрядника, где полностью погиб древостой, характерна следующая схема лесовосстановления: усохшие древостой с мощным развитием травяно-кустарниковой растительности и отсутствием подроста – пожары – травяно-кустарниковые ассоциации – редины (низкополнотные березовые молодняки) – сомкнувшиеся молодые и средневозрастные березняки – спелые березняки – смешанные хвойно-лиственные древостой. Пробная площадь № 6

является типичным представителем центральной части очага шелкопрядника, где пихтовый древостой поврежден до степени отмирания и полностью погиб подрост. Впоследствии этот участок был неоднократно пройден пожарами, и в настоящее время на нем наблюдается процесс перехода травяных ассоциаций в низкополнотные березовые молодняки.

Пробные площади № 2 и 3 характеризуют участки, которые находились на периферии очага во время вспышки 1952–1957 гг. Насаждения на данном участке незначительно пострадали от шелкопряда, больший урон нанесли стволовые вредители. На месте выпавшего древостоя начался процесс возобновления березой, и под ее пологом успешно развился сохранившийся подрост хвойных. В результате получились смешанные хвойно-лиственные насаждения приблизительно одного возраста (около 40 лет). Здесь почти не было пожаров и по изображениям разных лет прослеживается переход от редин к смешанным хвойно-лиственным молоднякам.

Как показывает сравнение изображений 1980–2000 гг., пространственная динамика восстановительных стадий поствспышечных сукцессий наблюдается от периферии к центру очага. Особенно наглядно это прослеживается на шелкопряднике с большей площадью. Временной ряд наблюдений охватывает небольшой период – всего двадцать лет. Но за это время произошел довольно интенсивный процесс лесовосстановления, особенно на участке № 1.

Анализ изображений за разные годы выявляет двойственную роль пожаров в лесообразовательном процессе в насаждениях, погибших в результате деятельности шелкопряда. Как следует из анализа полученных данных, переход безлесных ландшафтов, явившихся результатом воздействия шелкопряда, в редины и далее в сомкнувшиеся древостой имеет место после того, как там пройдут пожары. Временная динамика площадей для класса, представленного невозобновившимися гарями, и наличие значительных площадей этой категории на исследуемых объектах (на участке № 2 к 2000 г. площадь данной категории составляла 18 %) указывают на неоднократное прохождение пожаров. Накопление горючих материалов вследствие

обильного разрастания травяно-кустарничкового яруса и периодических вывалов усохшего верхнего полога способствует возникновению пожаров. В Кеть-Чулымском междуречье пожары имели место с 60-х по 80-е гг., причем в пределах данной территории они наблюдались неоднократно, поскольку погибший лес вываливается на протяжении длительного периода времени, периодически формируя необходимый для возникновения пожаров запас горючих материалов. Это приводит к гибели молодняков и задержке процесса лесовосстановления. В этом случае пожары задерживают темпы перехода стадии травянисто-кустарничковых ассоциаций в стадию сомкнувшихся лиственных молодняков.

Следует отметить, что в литературе приводятся описания вариантов лесовозобновления на шелкопрядниках без последующего влияния пожаров [4, 5, 7]. Разные варианты формирования возобновления без последующего влияния пожаров в темнохвойных лесах Западной Сибири рассматривает М. И. Куликов [8]. В полностью усохших лесах он выделяет несколько типов шелкопрядников и прогнозирует в этих типах развитие по пути образования длительно-производных древостоев, для редин – короткопроизводную смену пород. По мнению В. В. Кузьмичева [23, 24], вероятность того, что по шелкопрядникам с полностью усохшим древостоем не прошли пожары, очень небольшая. Чаще всего приходится иметь дело с шелкопрядниками с последующим влиянием пожаров.

Данные, полученные на основе обработки изображений, и результаты наземных обследований позволяют сделать заключение, что в нашем случае по шелкопрядникам прошли пожары слабой интенсивности и неоднократно, поэтому снижение площади пустырей и прогалов и переход их в категорию травяно-кустарничковых сообществ затянулись на десятилетия. При этом не исключена возможность повторных пожаров в рединах и травяно-кустарничковых ассоциациях, где еще имеются несгоревшие сухостой и валежник.

В целом, как показывает анализ данных дистанционного зондирования и наземных обследований, лесовосстановление на рассматриваемом участке проходит через длительно-производную смену пород. Классы, характеризующие березовые и смешанные

хвойно-лиственные насаждения на исследуемых изображениях, представляют собой различные стадии восстановления коренных темнохвойных лесов, погибших в результате вспышки массового размножения сибирского шелкопряда в 1953–1957 гг. и пожаров. Изменение площадей выделенных классов за рассматриваемый период отражает направленность процесса лесовосстановления и его темпы.

ВЫВОДЫ

На основе результатов наземного обследования и анализа изображений спутников Landsat и “Ресурс” за период 1980–2000 гг. выявлена тенденция лесообразовательного процесса на территории с погибшими в результате вспышки массового размножения шелкопряда насаждениями. Классы, характеризующие березовые и смешанные хвойно-лиственные насаждения на исследуемых изображениях, представляют собой различные стадии восстановления коренных темнохвойных лесов, погибших в результате вспышки массового размножения сибирского шелкопряда в 1953–1957 гг. и пожаров. Изменение площадей выделенных классов за рассматриваемый период отражает направленность процесса лесовосстановления и его темпы.

Наиболее быстрыми темпами идет лесовосстановление на шелкопряднике с небольшой площадью и на периферии крупного очага массового размножения шелкопряда. На периферийных участках при отсутствии пожаров лесовосстановление проходит через смену пород в течение одного поколения лиственных (короткопроизводная смена). Восстановление коренных сообществ темнохвойных лесов в центральных частях крупных очагов массового размножения шелкопряда при периодически повторяющихся пожарах проходит через длительно-производную смену пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. В. Крылов, Леса Западной Сибири, М., Изд-во АН СССР, 1961, 255.
2. И. С. Ильина, Растительность Западной Сибири и ее картографирование, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1984, 19–50.

3. Ю. П. Кондаков, Исследования по защите лесов Сибири, М., 1965, 110–121.
4. Н. Г. Коломиец, Труды по лесному хозяйству Сибири, Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962, 7, 137–161.
5. В. В. Фуряев, Шелкопрядники тайги и их выжигание, М., Наука, 1966, 92.
6. В. В. Фуряев, *Лесн. хоз-во*, 1967, 9, 41–43.
7. В. В. Фуряев, Вопросы лесоведения, Красноярск, Изд-во ИЛИД СО АН СССР, 1970, 408–421.
8. М. И. Куликов, Труды по лесному хозяйству Западной Сибири, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1971, 9, 159–178.
9. С.С. Прозоров, *Труды Сибирского технол. ин-та*, 1952, 7: 3, 27–34.
10. Н. Г. Коломиец, Труды по лесному хозяйству Сибири, Новосибирск, 1957, 3, 64–76.
11. В. И. Харук, А. С. Исаев, А. Г. Кожуховская, *Лесоведение*, 1998, 4, 20–25.
12. В. В. Попов, М. Ф. Иващенко, Труды СибНИИЛХ, М., 1948, 5, 48–56.
13. В. А. Дудин, Труды по лесному хозяйству Сибири, Новосибирск, 1958, 4, 262–268.
14. Н. Ф. Реймерс, Там же, 62–74.
15. Э. Н. Фалалеев, *Лесн. журн.*, 1960, 2, 35–37.
16. Г. В. Крылов, Н. К. Таланцев, М. И. Куликов и др., Научные труды ВАСХНИЛ, Колос, М., 1975, 252–272.
17. Климатологический справочник СССР, Л., Гидрометеиздат, 1967, 21, 504.
18. В. С. Мезенцев, И. В. Карнацевич, Увлажненность Западно-Сибирской равнины, Л., Гидрометеиздат, 1969, 168.
19. Н. А. Гвоздецкий, Н.И. Михайлов, Физическая география СССР, М., Мысль, 1970, 544.
20. Б. В. Лиханов, Природное районирование, Средняя Сибирь, М., Наука, 1964, 327–383.
21. <http://fia.fs.fed.us/library.htm#Manuals>
22. В. И. Харук, К. Дж. Рэнсон, В. В. Кузьмичев и др., *Исследования Земли из космоса*, 2002, 4, 79–90.
23. В. В. Кузьмичев, М. А. Корец, И. А. Михайлова, В. П. Черкашин, Методы оценки состояния и устойчивости лесных экосистем, Тез. докл. Междунар. конф. Красноярск, 1999, 98–99.
24. В. В. Кузьмичев, В. П. Черкашин, М. А. Корец, И. А. Михайлова, *Лесоведение*, 2001, 4, 8–14.

Silkworm and Successions in the Southern Taiga of West Siberia

Т. А. BURENINA, V. V. KUZMICHEV, V. I. KHARUK

The applicability of the surveying Landsat to analysis of succession of dark coniferous formations in South Siberia (Ket-Chulyum interfluve) caused by Siberian silkworm was studied. In this area, in 1953–1957 the forests were affected in a territory of about 1 million hectares. The materials of surveying carried out during the period of 1980 to 2000 were deciphered. By the materials of various years, the succession of events that took place after the forest affection by the silkworm was reconstructed. In the silkworm populations of the Ket-Chulyum interfluve, three “temporal cuts” were carried out – surveyings of 1980, 1990 and 2000.