

Опыт изучения пирогенной динамики экосистем в таёжных и гольцовых ландшафтах Приамурья

© 2016. С. В. Осипов^{1,2}, д.б.н., доцент, зав. лабораторией,
С. М. Краснопеев^{1,2}, к.ф.-м.н., с.н.с., зав. лабораторией,
¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
690041, Россия, г. Владивосток, ул. Радио, д. 7,
²Дальневосточный федеральный университет,
690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 8,
e-mail: sv-osipov@yandex.ru, sergeikr@tig.dvo.ru

Задача статьи – рассмотреть комплекс подходов и методов, который позволил получить целостную картину пирогенной динамики экосистем на территории природного заповедника «Буреинский» (горные таёжные и гольцовые ландшафты). Использованы следующие материалы, подходы и методы выявления динамических связей экосистем. В процессе детально-маршрутных исследований выполнены полные геоботанические и ландшафтные описания пробных площадей. Особое внимание уделено признакам пирогенной нарушенности: огневым подпалинам на живых деревьях, сухостое и валеже, углям в почве. Важную роль сыграл метод, который В.Д. Александрова назвала «установление сукцессионных (временных) связей на основании изучения пространственных (экологических и фитоценологических) рядов сообществ». В процессе классификации и ординации растительности выполнен разноплановый анализ растительного покрова и ландшафтов, для каждого класса растительности выявлены экологическая ниша и динамический статус. Важнейшими источниками информации о пожарах послужили наборы топографических карт и космических снимков разного времени, включённые в геоинформационную систему. Составлена карта гарей последнего столетия. Особая роль принадлежит универсальной геоботанической карте, подготовленной в масштабе 1 : 200000. Она позволила получить более целостную картину динамики растительного покрова. В результате для рассматриваемой территории выявлены основные пирогенные серии растительности: катастрофические смены под воздействием пожаров и послепожарные восстановительные (демутационные) сукцессии.

Ключевые слова: гарь, послепожарный, катастрофическая смена, дигрессия, экологическая сукцессия, бореальная растительность.

Experience of investigation of ecosystem pyrogenic dynamics on the taiga and bare alpine landscapes of the Amur River region

S. V. Osipov^{1,2}, S. M. Krasnopeyev^{1,2},
¹Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
7 Radio st., Vladivostok, Russia, 690041,
²Far Eastern Federal University,
8 Suhanova st., Vladivostok, Russia, 690950,
e-mail: sv-osipov@yandex.ru, sergeikr@tig.dvo.ru

The aim of the paper is to consider a complex of approaches and methods. These approaches and methods allowed to obtain a holistic picture of pyrogenic dynamics of ecosystems on the territory of the Bureya natural reserve (mountain taiga and golets (alpine) landscapes). Special materials, approaches, and methods of identification of dynamic relationships of ecosystems were used. Geobotanical and landscape relevés of sample plots were made. Special attention was paid to the signs of fire disturbance: fire markings on living trees, deadwood and fallen, and coals in soils. The method of «the establishment of the succession (temporal) relations based on the study of spatial (ecological and phytocenotic) rows of communities» offered by V.D. Aleksandrova has played an important role. In the process of classification and ordination of vegetation, diverse analysis of vegetation cover and landscapes was made, an ecological niche and a dynamic status for each vegetation class was revealed. Sets of topographic maps and satellite images of different time incorporated into the geographic information system are important sources of information about fires. The map of burnt areas of the last century was elaborated. A special role belongs to the universal geobotanical map prepared at a scale of 1 : 200000, the map allowed us to obtain a more completed picture of dynamics of vegetation cover. As a result, main pyrogenic series of vegetation are revealed: both catastrophic changes under fire impact and after-fire demutation successions.

Keywords: fire-site, post-fire, catastrophic change, digression, ecological succession, boreal vegetation.

Пожары являются одним из мощных и широко распространённых факторов, которые оказывают существенное и разноплановое влияние на функционирование и развитие многих типов ландшафтов. В природных заповедниках и национальных парках самых разных регионов изучение пирогенной динамики популяций, биоценозов и экосистем – важнейшее направление исследований. В исследованиях бореальных лесов изучение пирогенной динамики также остаётся одним из самых актуальных вопросов.

В основе данной статьи лежат исследования в горных таёжных и гольцовых ландшафтах природного заповедника «Буреинский», его охранной зоны и окружающей территории. Ранее для этого района охарактеризованы основные сукцессионные серии [1, 2]. Задача настоящей статьи – акцентировать внимание на том комплексе подходов и методов, который позволил получить целостную картину пирогенной динамики экосистем на территории Буреинского заповедника.

Физико-географические особенности района исследований

Площадь природного заповедника «Буреинский» и его охранной зоны составляет 4117 км² [3]. Эта территория представляет собой складчато-глыбовые среднегорья с участием высокогорий и образована плотными осадочными породами разного возраста и разной степени метаморфизма, крупными гранитными интрузивами и липаритовыми эффузивами мелового возраста [4]. Наименьшая и наибольшая высотные отметки равны 555 и 2192 м над уровнем моря.

Формирование климата этой части региона происходит под влиянием муссонных процессов и западных и юго-западных циклонов, поступающих сюда из Прибайкалья и Монголии [5]. Из-за холодной, сухой и солнечной зимы, прохладного и влажного лета эта территория, несмотря на довольно южные широты, получает относительно мало тепла. Климат характеризуется весьма высокой континентальностью, однако степень континентальности сильно изменяется по сезонам года. Две ближайшие метеостанции – Софийский прииск (22 км на запад) и Иппата (13 км на юго-запад) – характеризуются следующими значениями климатических параметров: средняя годовая температура воздуха – -7,5 и -4,6 °С, средняя температура воздуха самого

холодного месяца – января – -33,3 и -27,1 °С, средняя температура воздуха самого тёплого месяца – июля – 15,1 и 16,2 °С, атмосферные осадки – 722 и 702 мм/год [5].

В растительном покрове выражены три высотных пояса (зоны). Бореально-лесной пояс протянулся от наименьших высот до 1400 м над ур. моря, состоит из двух подпоясов: нижнего – таёжных еловых и лиственничных лесов, и верхнего – подгольцовых еловых и лиственничных лесов (граница между ними проходит на высоте 800–1000 м над ур. моря). Подгольцовый пояс имеет относительно небольшую вертикальную протяженность – от 1400 до 1600 м над ур. моря, также состоит из двух подпоясов: нижнего – подгольцовых лиственничных и еловых редколесий, и верхнего – кедровостланичников (граница между ними проходит на высоте 1500 м над ур. моря). Тундровый пояс охватывает территории выше 1600 м над ур. моря [1].

Антропогенное воздействие на экосистемы рассматриваемой территории выражено последние полтора века, прежде всего в виде значительного числа лесных пожаров, а также использования биологических ресурсов (охота, рыбалка, локальная рубка леса). В непосредственной близости от заповедника периодически ведётся добыча россыпного золота.

Подходы и методы изучения пирогенной динамики экосистем

В настоящем исследовании использованы следующие материалы, подходы и методы выявления динамических связей экосистем.

В процессе детально-маршрутных исследований выполнены полные геоботанические и ландшафтные описания пробных площадей, организованных в трансекты (эколого-топографические профили). Особое внимание при этом уделено признакам пирогенной нарушенности: огневым подпалинам на живых деревьях, сухостое и валеже, углям в почве. Важные источники информации о лесных пожарах – возраст огневых подпалин на живых деревьях и возраст послепожарного древостоя. Послепожарные приросты кустарников и кустарничков позволили определять время прохождения огня не только в лесах и редколесьях, но и в кустарниковых зарослях, тундрах, болотах.

Важную роль в изучении пирогенной динамики экосистем сыграл метод, который Ф. Е. Clements [6] назвал «by inference», а В. Д. Александрова [7] – «установление сук-

цессионных (временных) связей на основании изучения пространственных (экологических и фитоценологических) рядов сообществ». Заключается он в том, что среди существующего на рассматриваемой территории разнообразия сообществ выявляются те, которые можно рассматривать как звенья одной сукцессионной серии. Это косвенный метод. Отнесение сообществ к одной серии обосновывается путём разнопланового анализа сообществ, экосистем и ландшафта в целом. Трудности таких построений очевидны, что отмечает большинство исследователей. Но и значительная роль этого метода не вызывает сомнений. По этому поводу ясно высказалась В. Д. Александрова [7, с. 326]: «Без преувеличения можно сказать, что всё огромное количество сведений о закономерности смен растительных сообществ, которыми мы располагаем для самых разнообразных растительных формаций, было получено преимущественно путём косвенных методов и главным образом путём установления сукцессионных связей на основании изучения пространственных (экологических и фитоценологических) рядов сообществ». В данной работе этот метод использован не столько для широких сравнений, сколько для выявления динамических рядов сообществ на максимально сходных участках.

На основе этого метода предложен методический приём, который делает акцент на сравнение сообществ на максимально сходных по экологическим условиям соседних участках [2]. В этом методическом приёме для обоснования сукцессионных связей использован случай, когда часть однородного по биогеоценологическим характеристикам участка нарушается под воздействием какого-либо фактора (пожара, вырубки, сильного ветра и т. д.). В результате ранее однородный участок оказывается разделённым на две части, которые представляют собой разные стадии одной сукцессионной серии. Расположение участков по соседству, на месте ранее единого биогеоценоза, определяет следующие немаловажные моменты: (1) единое биотическое окружение, обуславливающее единый поток семян, спор и других диаспор растений, что весьма важно на всех этапах сукцессий, и (2) единый мезоклимат, обуславливающий максимально сходный климатический фон. Особенно важны эти моменты в условиях неоднородных горных территорий, где каждый речной бассейн имеет свои особенности состава растительности, метеорологических процессов и других явлений. Этот приём использован как при выполнении

геоботанических описаний в маршрутах, так и при закладке постоянных пробных площадей.

Целесообразно подчеркнуть ту большую роль, которую сыграли классификация и ординация растительности в изучении динамики растительности и экосистем. Ведь в процессе классификации и ординации выполняется разноплановый анализ растительности и её местообитания, и для каждого класса растительности обязательно выявляется его экологическая ниша и динамический статус. При этом динамический статус класса в целом, как правило, довольно ясно определён, хотя для некоторых пробных площадей в этом же классе динамический статус не очевиден. Для отражения динамического статуса в одном аспекте различаются коренные, условно коренные и производные, в другом – климаксовые и серийные растительность и экосистемы. В сукцессионной серии различаются ранне-, средне- и поздне-сукцессионная стадии.

Создание геоинформационной системы – важная составляющая в изучении динамики экосистем. Геоинформационная система выполнена в среде ArcGIS. Важнейшими источниками информации о пожарах послужили наборы топографических карт и космических снимков разного времени. Некоторые контуры гарей, показанные на топографических картах 1960–1970-х гг. (масштабы 1 : 100000, 1 : 200000 и другие), в настоящее время по-прежнему хорошо опознаются на местности и на космических снимках, другие распознать нелегко. Но каждый раз при целенаправленном натурном изучении признаков старых гарей поражает точность такой информации на топографических картах этого региона. Сформированный набор слоёв топографических карт и космических снимков разного времени в единой системе географических координат позволил определить контуры и примерный возраст гарей (на основе дат составления топографических карт и выполнения космической фотосъёмки).

Особая роль принадлежит универсальной геоботанической карте, подготовленной в масштабе 1 : 200000 [1]. Не только сведения о динамике растительного покрова оказали большое влияние на разработку этой карты, но и процесс картографирования позволил получить более целостную картину динамики растительного покрова: основные закономерности пирогенной динамики – катастрофические смены в результате пожаров и послепожарные восстановительные сукцессии – приведены в систему на основе единиц легенды карты.

Данное исследование пирогенной динамики экосистем во многом основано на изучении растительного покрова. Однако А. Г. Tansley, обосновывая понятие «экосистема», и многие другие экологи подчеркнули особую значимость растительности в экосистемах. Так, V. E. Schelford [8, p. 6] писал: «The dominants of terrestrial communities are commonly plants and occasionally animals». Эти представления позволяют говорить о пирогенной динамике не только растительности, но и экосистем в целом.

Результаты

Главным фактором нарушения экосистем на территории Буреинского заповедника, одновременно сильным и охватывающим большие площади, несомненно, являются пожары. Прямые признаки пожаров (огневые подпалы на живых стволах и сухостое, обгоревшие пни и валёжины) свидетельствуют о том, что на протяжении XX века обширные территории бореально-лесного пояса заповедника испытали воздействие огня. Косвенные признаки (молодость древостоев большинства лесных массивов, разновозрастность многих древостоев) подтверждают это. Кроме этого, нередко встречаются участки, пройденные сильным пожаром два-три раза (на что указывают разновозрастные подпалы на живых стволах и хорошо выраженные поколения древостоя).

Выше границы леса и зарослей кедрового стланика признаки воздействия огня не столь заметны, однако и на многих вершинах есть явные следы пожаров последних десятилетий. Кроме этого, знакомство с молодыми гарями свидетельствует о том, что лесные пожары легко проникают в горные тундры ближайших вершин, и некоторые возгорания от гроз происходят выше границы леса.

Молнии являются нередким природным фактором, вызывающим пожары в данной части региона. Однако более обычны антропогенные пожары. В частности, В. Б. Сочава [9] отметил широкое распространение гарей в бассейне Лево́й Буреи и указал, что леса выжигаются сознательно для расширения кормовой базы изюбря и сохотого (что вполне обычно и в других регионах).

На основе космических снимков, топографических карт и натурных исследований составлена карта гарей последнего столетия (рис. 1). На ней отражены только результаты сильных (верховых) пожаров. Сроки образования гарей определены с разной степе-

нью точности. Гари за период 1996–2010 гг. выявлены полно (их площадь 193,96 км²), 1962–1995 гг. – довольно полно (58,19 км²), с начала 1900-х до 1962 г. – частично (их площадь 120,02 км²).

Нельзя не затронуть вопрос о динамическом статусе основных лесных формаций рассматриваемой территории – еловых (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.) и лиственничных (*Larix cajanderi* Mayr) лесов и редколесий. Еловые леса и редколесья представлены коренными сообществами. В настоящее время обширные массивы ельников в этой части региона довольно редки. В контурах коренных ельников присутствуют и коренные лиственничники, которые занимают неблагоприятные для ели местообитания (важнейшими лимитирующими факторами в распределении ельников являются многолетняя мерзлота (что неоднократно отмечалось в литературе) и экстремальные зимние температуры). Изучение современного распределения аянской ели и аянскоельников, анализ лесорастительных условий свидетельствуют о том, что в бореально-лесном поясе рассматриваемой территории большинство местообитаний вполне охватываются экологическим ареалом ели и ельников. Пессимальными или вовсе неприемлемыми для ельников являются местообитания с близко залегающей мерзлотой на северных склонах, пологих шлейфах склонов или надпойменных террасах. Лиственничные леса и редколесья представлены и коренными, и производными сообществами. Причём среди производных есть лиственничники, образовавшиеся на месте ельников, а есть – на месте лиственничников (на Карте растительности бассейна Амура [10] фоновыми лесами для территории заповедника являются лиственничные, производные на месте пихтово-еловых и коренных лиственничных и елово-лиственничных лесов). В большинстве случаев контуры лиственничных лесов и редколесий имеют более или менее выраженные признаки послепожарного происхождения. Для многих из них происхождение на месте ельников не вызывает сомнений (уцелевшие фрагменты еловых сообществ, еловый подрост в лиственничных лесах и редколесьях, возможность проследить все стадии восстановления ельников на определённом типе местообитания в пределах ограниченной территории).

В процессе проведённых исследований выявлено немало фрагментов динамических серий до составления карты растительного

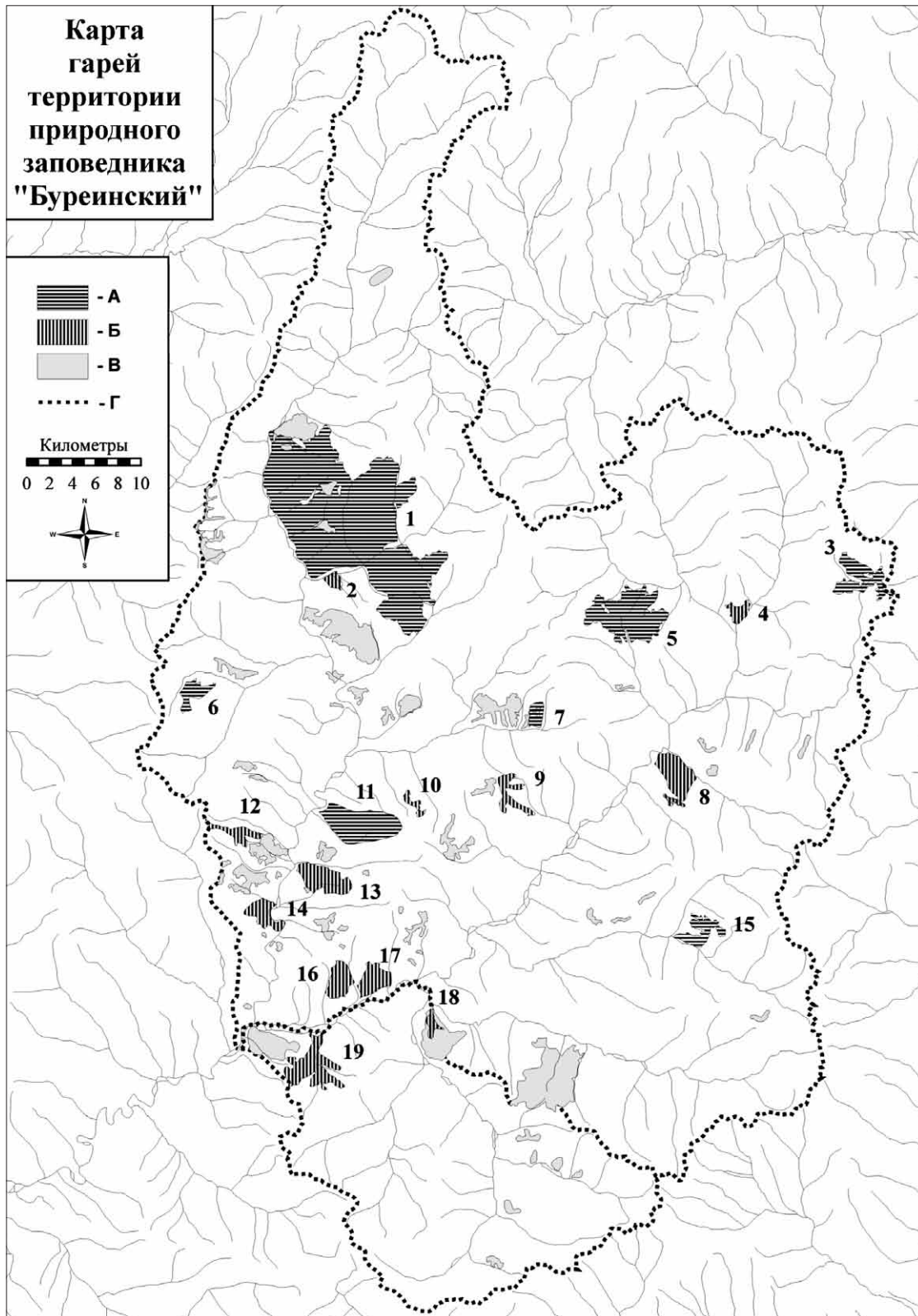


Рис. 1. Карта гарей территории природного заповедника «Буреинский».

Время образования гарей: А – 1996–2010 гг., Б – 1962–1995 гг., В – до 1962 г. Г – границы заповедника и его охранной зоны. Цифрами обозначены гары с 1962 по 2010 г.: 1 – 1998 г. (горело до конца вегетационного сезона), 2 – 1962 г. – конец 1972 г., 3 – 2001 г. (июнь), 4 – конец 1992 г. или начало 1993 г., 5 – октябрь 1995 г. – июнь 2001 г., 6 – октябрь 1995 г. – июнь 2001 г., 7 – июль 2007 г., 8 – февраль 1973 г. – октябрь 1995 г., 9 – 1962 г. – октябрь 1995 г., 10 – февраль 1973 г. – октябрь 1995 г., 11 – июль 2007 г., 12 – 1962 г. – октябрь 1995 г., 13 – 1962 г. – октябрь 1995 г., 14 – 1962 г. – октябрь 1995 г., 15 – октябрь 1995 г. – июнь 2001 г., 16 – февраль 1973 г. – октябрь 1995 г., 17 – февраль 1973 г. – октябрь 1995 г., 18 – февраль 1973 г. – октябрь 1995 г., 19 – 1993 или начало 1994 г.

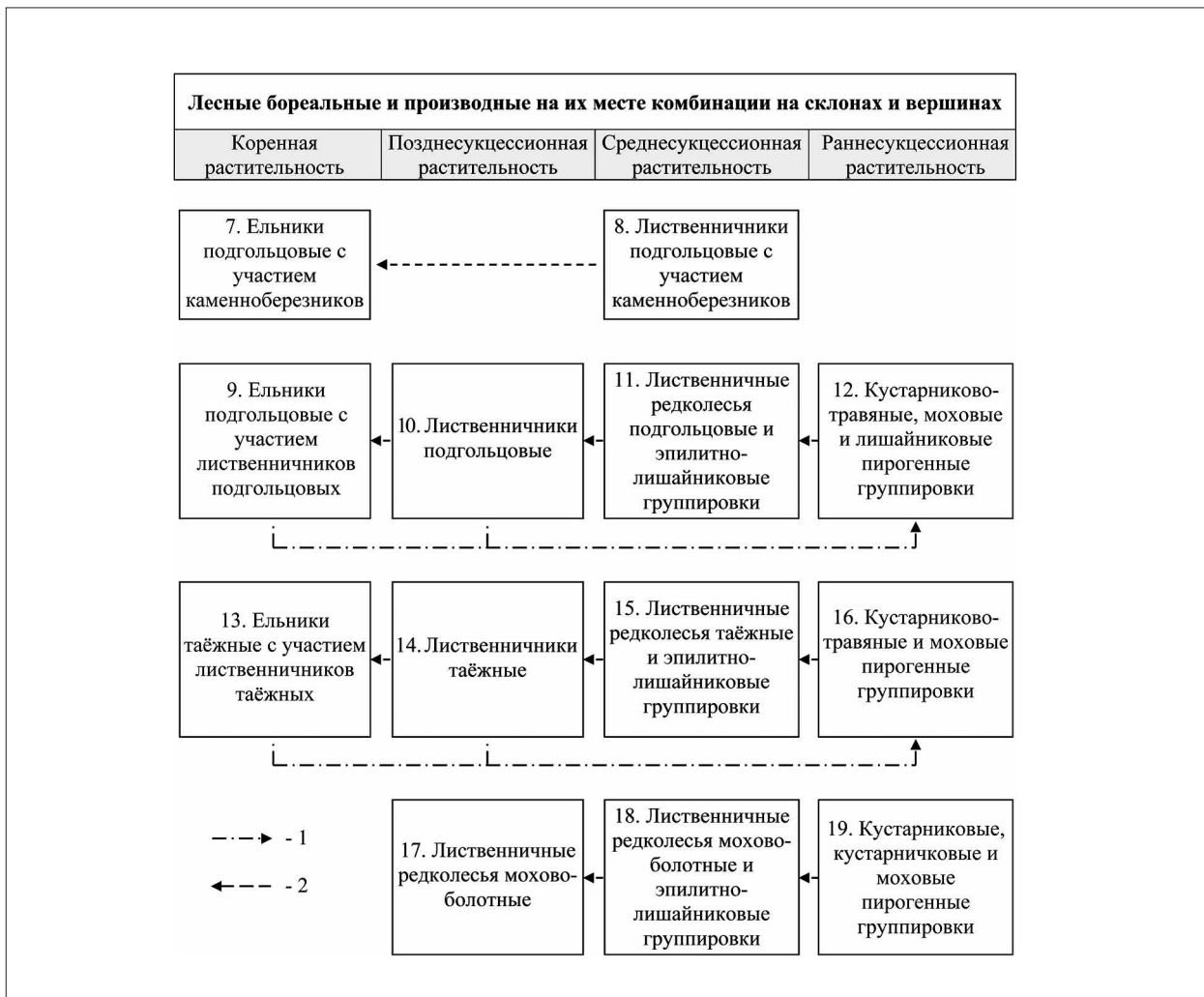


Рис. 2. Схема пирогенной динамики растительного покрова бореально-лесного пояса. Цифры соответствуют единицам легенды карты растительного покрова масштаба 1 : 200000 [1]. Смены: 1 – пирогенные катастрофические, 2 – пирогенные (послепожарные) демутационные (восстановительные)

покрова. Например, в бореально-лесном поясе на крутых склонах южной, западной и восточной экспозиции прослеживается восстановительная серия от образовавшихся после пожара каменистых россыпей до климаксового ельника. Однако значительно более целостную картину пирогенной динамики удалось получить в процессе разработки карты растительного покрова масштаба 1 : 200000. Легенда карты состоит из классов трёх уровней. В основе структуры легенды лежат такие закономерности растительного покрова, как зональность (поясность), положение в ландшафте и динамические серии. Классы второго уровня представляют собой объединённые в динамические серии классы третьего уровня. На основе единиц легенды карты удалось вполне определённо наметить и катастрофические смены в результате по-

жаров, и послепожарные восстановительные (демутационные) сукцессии. На рисунке 2 показан фрагмент полученной картины – схема пирогенной динамики растительности и экосистем бореально-лесного пояса.

Заключение

Выявление параметров пирогенного воздействия в процессе полевых исследований, составление карты гарей, разноплановый экологический анализ ландшафта, установление сукцессионного статуса растительности в процессе её классификации и ординации, подготовка универсальной карты растительного покрова – это тот комплекс подходов и методов, который позволил получить целостную картину пирогенной динамики экосистем территории природного заповедника «Буреин-

ский». Удалось показать масштаб воздействия пожаров за последнее столетие и выявить основные закономерности пирогенной динамики: катастрофические смены в результате пожаров и послепожарные восстановительные (демутационные) сукцессии. Карта гарей и универсальная геоботаническая карта являются важной основой для мониторинга пирогенной динамики экосистем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 13-05-00677-а), Русского географического общества (проект РГО-РФФИ № 13-05-41280) и Президиума Дальневосточного отделения РАН (программа «Дальний Восток», проект 15-1-6-114).

Литература

1. Осипов С.В. Растительный покров природного заповедника «Буреинский» (горные таёжные и гольцовые ландшафты Приамурья). Владивосток: Дальнаука, 2012. 219 с.
2. Осипов С.В. Динамика растительного покрова таёжных и гольцовых ландшафтов в верховьях реки Бурея (дальневосточный сектор Азии) // Сибирский экологический журнал. 2012. № 3. С. 325–335.
3. Шлотгауэр С.Д., Воронов Б.А., Думикян А.Д., Антонов А.Л. Буреинский государственный природный заповедник // Вестник ДВО РАН. 2000. № 4. С. 45–54.
4. Красный Л.И. Геология региона Байкало-Амурской магистрали. М.: Недра, 1980. 159 с.
5. Петров Е.С., Новороцкий П.В., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток, Хабаровск: Дальнаука, 2000. 174 с.
6. Clements F.E. Plant Succession and Indicators. New York: H.W. Wilson Co., 1928. 453 p.
7. Александрова В.Д. Изучение смен растительного покрова // Полевая геоботаника. Т. 3. М.-Л.: Наука, 1964. С. 300–447.
8. Shelford V.E. The Ecology of North America. University of Illinois Press, Urbana, 1963. 610 p.

9. Сочава В.Б. Растительный покров Буреинского хребта к северу от Дульниканского перевала // Амгунь-Селемджинская экспедиция Академии наук СССР. Ч. 1. Буреинский отряд. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. С. 109–242.

10. Сочава В.Б. (Ред.) Карта растительности бассейна Амура. Масштаб 1 : 2500000. М.: ГУГК, 1968. 1 л.

References

1. Osipov S.V. Vegetation Cover of the Bureya Nature Reserve (Mountain Taiga and Golets (Alpine) Landscapes of the Amur River Region). Vladivostok: Dalnauka, 2012. 219 p. (in Russian)
2. Osipov S.V. Vegetation dynamics of taiga and alpine landscapes in the upper part of the Bureya River basin // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. 2012. Vol. 5. № 3. P. 235–243.
3. Shlotgauer S.D., Voronov B.A., Dumikyan A.D., Antonov A.L. Bureinskiy State Nature Reserve // Vestnic DVO RAN. 2000. № 4. P. 45–54. (in Russian)
4. Krasnyi L.I. Geology of the Baical-Amur railway region. Moscow: Nedra, 1980. 159 p. (in Russian)
5. Petrov E.S., Novorotskiy P.V., Lenshin V.T. Climate of the Khabarovskiy Krai and the Jewish Autonomous region. Vladivostok-Khabarovsk: Dalnauka, 2000. 174 p. (in Russian)
6. Clements F.E. Plant Succession and Indicators. New York: H.W. Wilson Co., 1928. 453 p.
7. Aleksandrova V.D. Study of successions // Polevaya geobotanyka. Vol. III. Moskva, Leningrad: Nauka, 1964. P. 300–447. (in Russian)
8. Shelford V.E. The Ecology of North America. University of Illinois Press, Urbana, 1963. 610 p.
9. Sochava V.B. Vegetation cover of the Bureya mountain ridge, to the North from the Dulnikan pass // Amgun-Selemdzhinskaya Expeditsiya Akademii Nauk USSR. Part 1. Leningrad: AN USSR, 1934. P. 109–242. (in Russian)
10. Sochava V.B. (Ed.) Vegetation map of the Amur River basin. Scale 1:2500000. Moskva: GUGK, 1968. 1 p. (in Russian).