

ЕГОРОВА И. А., ХОМЕНТОВСКИЙ П. А.

### КЕДРОВЫЙ СТЛНИК КАК ИНДИКАТОР ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

LOW CEDAR PINUS PUMILA AS AN INDICATOR OF VOLCANIC ACTIVITY, by Egorova I. A.\* and Khomentovskii P. A.\*\*. This paper considers the possibility of using low cedar *Pinus pumila* as an indicator of the dynamics of volcanism. The type of the low cedar *Pinus pumila* formation and the character of its spreading at the foot of volcanoes show the degree of volcanic activity over several hundred years; the rate of cedar *Pinus pumila* pollen participation in fossil spectra is an indicator of volcanic activity in the past.

(Received April 22, 1987)

\* *Institute of Volcanology, Far East Division, USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatskii, 683006, USSR*

\*\* *Kamchatka Division of the Pacific Institute of Geography, Far East Division, USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatskii*

При изучении динамики вулканизма и связанных с ней смен растительного покрова в качестве вида-индикатора может быть использован кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall.) Regel), растущий в непосредственной близости к эруптивным центрам. Верхняя граница его распространения на Камчатке достигает 1300—1400 м над ур. моря, но локально может быть снижена вулканическими извержениями до 500—600 м.

При вулканических катаклизмах кедровый стланик повреждается; очень сильно и среди древесных пород верхних растительных поясов уступает ранимостью только каменной березе (*Betula ermanii* Cham). Граница зоны летального воздействия на него пеплопадов простирается в радиусе 4—7 км от центра извержения, зоны сублетального воздействия — до 9—10 км [16].

После окончания извержения кедровый стланик начинает возобновляться при первом же урожае, т. е. через 1—2 г., причем успех возобновления определяется рядом условий. Прежде всего необходимо наличие не слишком удаленных источников обсеменения и, поскольку вид зоохорный, животных — переносчиков семян, в первую очередь кедровки. Велика также роль неровностей рельефа, экранированных от пеплопадов и частично сохраняющих растения живыми или малоподвижными [18]. Так, при извержении вулкана Толбачик в 1975—1976 г. в некоторых местах, удаленных на 6—7 км от кратеров, кедровый стланик сохранял живыми от 20 до 50% ветвей в клоне. Отмечен случай, когда прикрытый двойным заслоном в виде складок местности и стены лиственнично-каменноберезового леса клон стланика, погибнув наполовину с наветренной стороны, успешно рос и плодоносил сохранившимися с противоположной стороны ветвями, по крайней мере, в течение 10 лет. Такой клон вполне мог служить надежным источником обсеменения.

В тех случаях, если речь идет о зарастании свежих лавовых потоков, условием успешного возобновления стланика является также достаточная мощность покрывающей лаву тефры. Глубина залегания ризосферы кедрового стланика в любом возрасте, как правило, не превышает 15 см.

но он способен успешно развиваться и в поверхностном слое субстрата мощностью 5—10 см.

Успешность развития всходов стланика на свежевывапавшей тефре во многом зависит от ее минералогического и гранулометрического состава. Большая часть изверженных продуктов камчатских вулканов представляет собой магнезиальные и глиноземистые базальты умеренной щелочности [15], значительно различающиеся по физико-химическим свойствам, но в целом вполне пригодные для существования лесной растительности. В растительных поясах равнин и предгорий, достаточно благоприятных в климатическом отношении, эти отложения в результате воздействия экзогенных факторов среды и эндоэкогенеза фитоценозов более или менее насыщаются органикой, подвержены выветриванию. Здесь формируются различные модификации слоистых вулканических почв [4], грубогумусных, существенно оторфованных. В высокогорьях, отличающихся в первую очередь недостатком тепла, поступление и перегнивание растительной органики крайне ограничено само по себе и дополнительно тормозится частыми присыпками вулканического пепла. Тот субстрат, на котором начинают расти стланики и другие виды древесных, определяемый как почвенно-пирокластический чехол [12], является одновременно и «почвой» и подстилающей породой. Он обладает незначительным плодородием, быстро истощающимся при отсутствии новых поступлений, весь запас которого определен качеством абиогенного материала [3] и активностью деятельности микроорганизмов [9].

Развиваясь на свежевывапавшей тефре вместе с другими древесными видами, кедровый стланик в процессе сингенеза может сформировать сомкнутый покров и сохранять его целостным в течение длительного времени в двух случаях: если в дальнейшем вулканическая активность долго не проявляется, а климат и эдафические условия не благоприятствуют развитию растений — конкурентов за свет (ольховый стланик, лиственница, каменная береза) или если уже существующий покров кедровостланиковых зарослей достаточно плотно сомкнут, чтобы не допустить их внедрения.

Таким образом, суммируя перечисленные особенности выживания и развития кедрового стланика в вулканических районах, отметим, что он, обладая определенной эврибионтностью в отношении невулканогенных и косвенных вулканогенных факторов среды, в большой степени уязвим в случае прямого воздействия эксплозивных извержений. Это, а также быстрое начало семенного возобновления после прекращения извержений, делают его чувствительным «зеркалом» вулканической активности. Наличие достаточных палинологических материалов позволяет рассмотреть с этих позиций развитие кедровостланиковой формации на протяжении голоцена в двух вулканических группах Камчатки — Ключевской (вулкан Толбачик) и Авачинской (вулканы Корякский и Авачинский). При этом априори принимаются два положения: климатогенные смены растительности так или иначе связаны с глобальными или региональными вулканическими проявлениями [10]; достаточно полное отражение облика современной растительности в поверхностных пыльцевых спектрах дает право на основе ископаемых спектров судить о ее изменениях в прошлом с большой достоверностью [4].

На пыльцевых диаграммах голоценовых отложений Камчатки кедровый стланик начинает отмечаться в значительных количествах со второй половины атлантического периода ( $^{14}\text{C}$  возраст — 7 — 6 тыс. лет назад) и дает максимум содержания в конце атлантики — начале суббореала (5—2,5 тыс. лет назад). Второй, менее выраженный максимум наблюдается в конце субатлантики [4—6, 17]. На диаграммах разрезов, заложенных у подножий действующих вулканов, такая закономерность не выдерживается. Больше или меньше содержание пыльцы кедрового стланика здесь прямо связано с уровнем их активности. Так, в районе

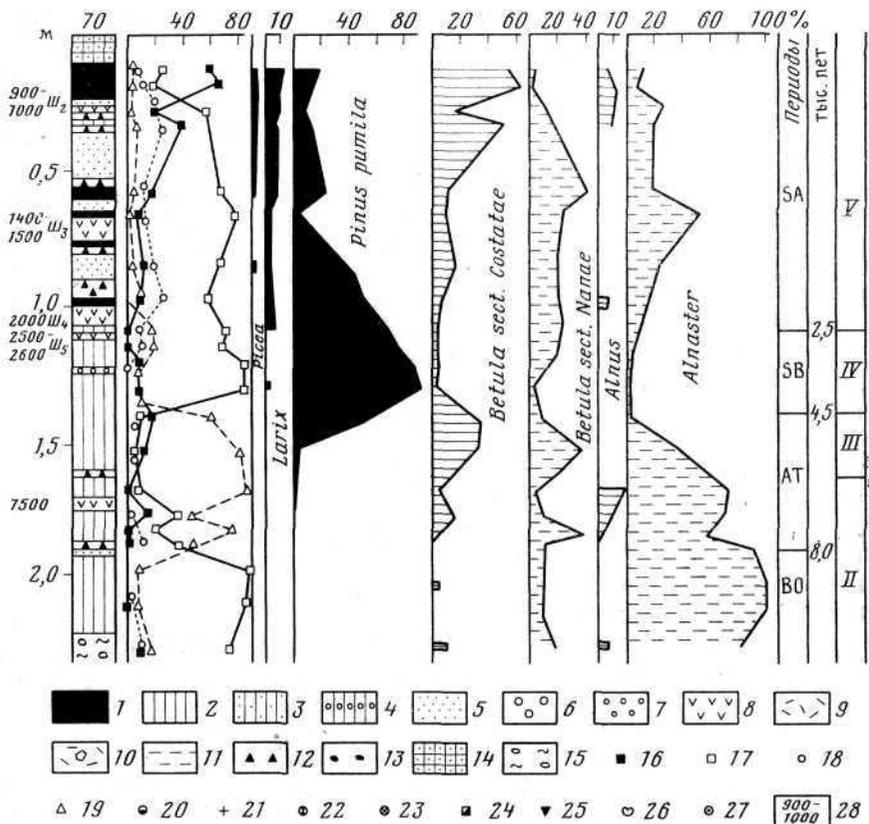


Рис. 1. Разрез почвенно-пирокластического чехла и спорово-пыльцевая диаграмма подножия вулкана Толбачик (руч. Водопадный, пояс березовых лесов). Условные обозначения к рис. 1, 4, 6. 1—почва; 2—супесь; 3—супесь с примесью вулканического песка; 4—пемзовые лапилли в супеси; 5—темно-серые и черные вулканические пески; 6п—пемзовые лапилли; 7—пемзовые пески; 8—белые тонкие пеплы; 9—серые тонкие пеплы; 10—пирокластические потоки; 11—слоистые мелкозернистые вулканические пески; 12—лапилли вулканического шлака; 13—вулканический гравий; 14—тефра извержения Толбачика 1976—1976 г.; 15—морена верхнеплейстоценового оледенения. Сумма пыльцы: 16—деревьев; 17—кустарников; 18—травянистых; 19—споры. Пыльца: 20—злаков; 21—полевой, 22—сложноцветных; 23—разнотравия. Споры: 24—плаунов; 25—сфагновых мхов; 26—папоротниковых; 27—плаунка сибирского; 28—  $^{14}\text{C}$  возраст вулканических пеплов [2]

Толбачинского Дола в первой половине голоцена извержения были редки [2] и на пыльцевой диаграмме атлантико-суббореальный максимум кедрового стланика выражен хорошо (рис. 1). Активизация вулканизма Дола, начавшаяся около 2 тыс. лет назад, помешала его дальнейшему развитию — на диаграмме не заметен субатлантический максимум. В то же время в притундровой зоне распространились преимущественно заросли ольхового стланика (здесь *Alnaster kamtschaticus* (Regel) Czer), более терпимого к вулканическому пеплопадам.

В настоящее время в районах активно функционирующих эруптивных центров кедровый стланик, как правило, распространен гораздо реже, чем у подножий вулканов, потухших или не проявлявших активность в течение столетий. Этот очевидный факт находит отражение и в современных пыльцевых спектрах поверхностных почвенных проб. Так, спектры подножий Ключевского и Авачинского вулканов, активных на протяжении всего голоцена [1, 7, 8, 11], содержат незначительное количество пыльцы кедрового стланика (рис. 2), в то время как в спектрах подножий Толбачика, который до Большого трещинного извержения

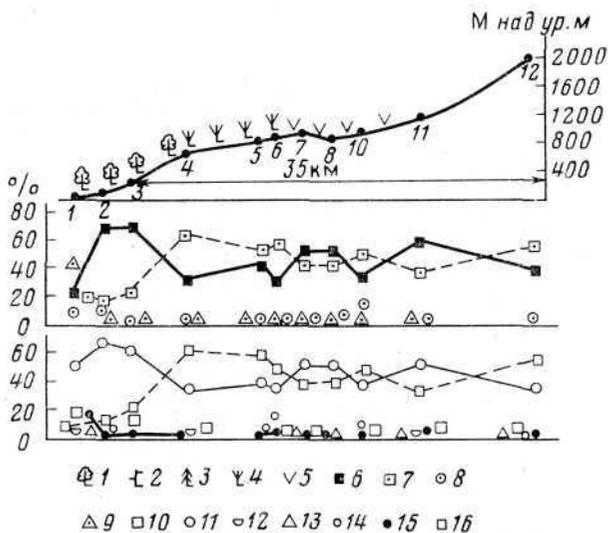


Рис. 2. Современные спорово-пыльцевые спектры северо-западного подножия Ключевского вулкана. Условные обозначения к рис. 2, 3. 1 — береза каменная; 2 — лиственница; 3 — ель; 4 — кедровый стланик, ольховый стланик; 5 — растительность горной тундры. Сумма пыльцы: 6 — деревьев, 7 — кустарников, 8 — травянистых и кустарников, 9 — споры. Пыльца: 10 — ольхи древесной; 11 — березы древесной; 12 — лиственницы; 13 — ели; 14 — березы кустарниковой; 15 — кедрового стланика; 16 — ольхового стланика.

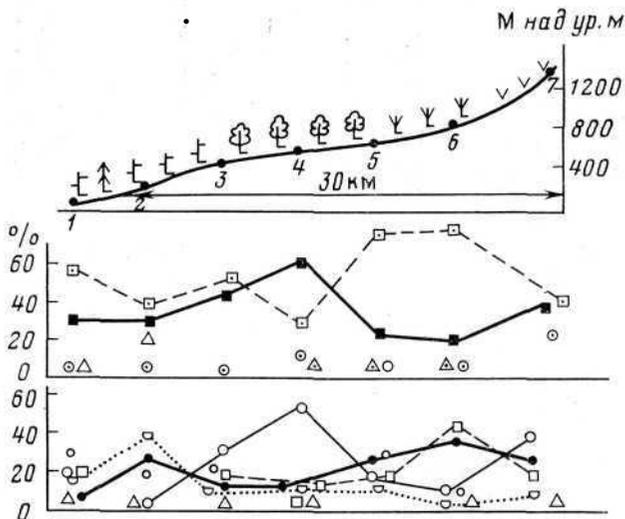


Рис. 3. Современные спорово-пыльцевые спектры юго-западного подножия вулкана Толбачик (образцы отобраны до БТТИ 1975—1976 гг.). Условные обозначения см. на рис. 2

практически «молчал» около 300—400 лет, оно может достигать 40% (рис. 3). В таких количествах пыльца кедрового стланика обычно встречается в районах Срединного хребта, не подверженных воздействию современного вулканизма. Аналогичная картина наблюдается у подножия Корякского вулкана, который в голоцене эксплозивных извержений не имел [11, 13].

Вулкан Авача, как уже отмечалось, был активен на протяжении всего голоцена. Об этом свидетельствует разрез почвенно-пирокластическо-

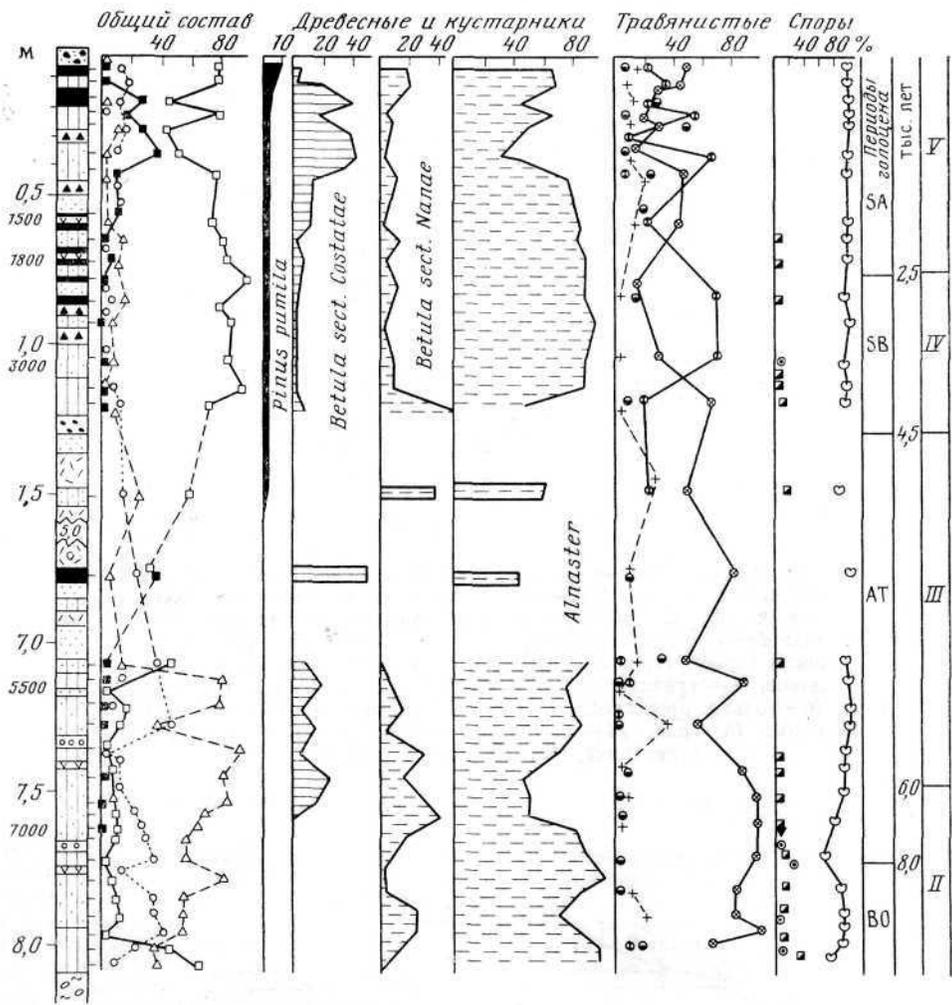


Рис. 4. Разрез почвенно-пирокластического чехла и спорово-пыльцевая диаграмма южного подножия вулкана Авача. Условные обозначения см. на рис. 1

го чехла, представленный в основном пирокластикой с маломощными прослоями погребенных почв, преимущественно в верхней части (рис. 4) (разрез расположен в 10 км от кратера, в зоне стланиковой растительности). На пыльцевой диаграмме оба максимума кедрового стланика не выражены, его общее содержание ничтожно. Все свидетельствует о том, что в течение всего голоцена, как и в настоящее время, у подножия Авачи господствовали ольховостланиково-ерниковые заросли, а кедровый стланик не смог распространиться из-за периодической активизации вулкана.

Подножье Корякского вулкана в первой половине голоцена находилось под воздействием извержений Авачинского вулкана (рис. 5). Нижняя часть разреза почвенно-пирокластического чехла юго-западного подножия Коряки представлена переслаивающейся пирокластикой извержений Авачи и погребенными ею почвенными прослоями (рис. 6). Только в суббореале, при резком падении активности Авачинского вулкана, под Корякой начал формироваться настоящий почвенный покров, и затем Р субатлантике — массивы кедрового стланика.

Таким образом, содержание пыльцы кедрового стланика в ископаемых и современных спорово-пыльцевых спектрах, дополняемое натурными свидетельствами его распространения, может служить довольно

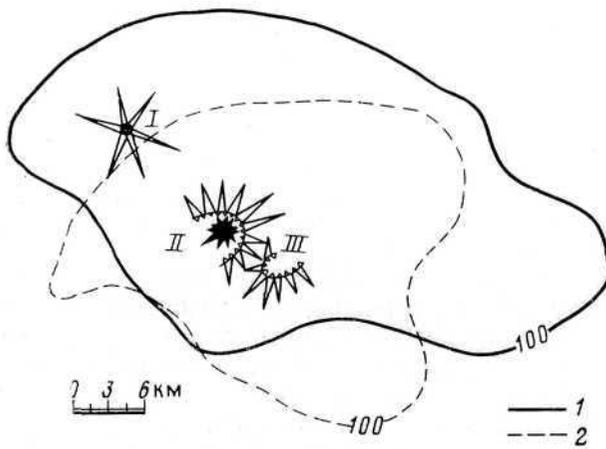


Рис. 5. Изолинии мощностей тефры Авачинского вулкана, см. этапы активного голоцена: 1 — первой половины (7000—3500 лет назад); 2 — второй половины (3500 лет назад — ныне); вулканы: I — Корякский, II — Авачинский, III — Козельский

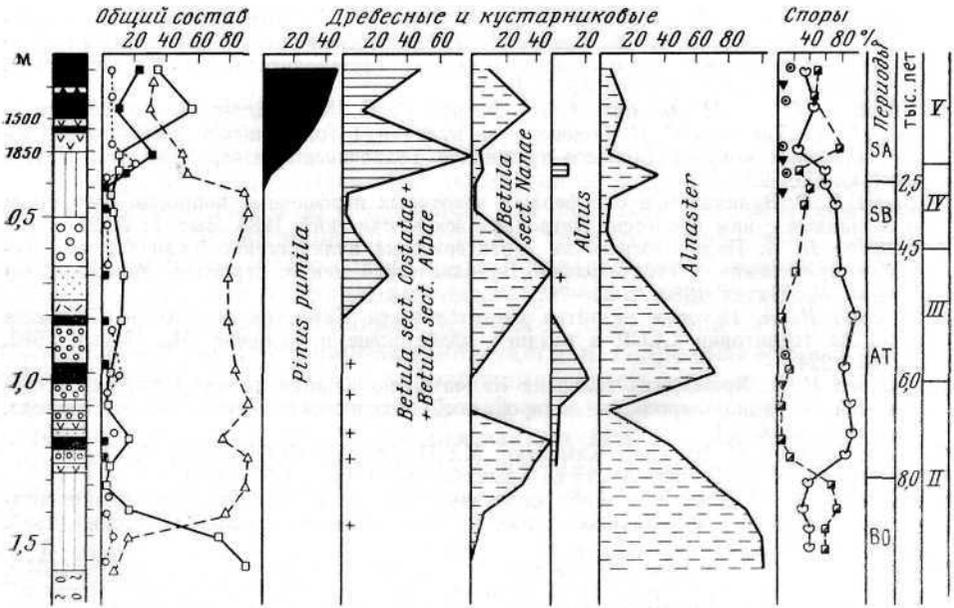


Рис. 6. Разрез почвенно-пирокластического чехла и спорово-пыльцевая диаграмма западного подножия вулкана Корякского. Условные обозначения см. на рис. 1

точным показателем вулканической активности рассматриваемого района.

Кроме того, по характеру развития кедровостланиковой формации у подножия вулканов можно судить о длительности периода покоя вулканов. Кедровый стланик, как известно, может длительное время обновляться вегетативно: нарастающие ветви укореняются, а их части, оставшиеся за пределами зоны укоренения, постепенно отмирают. Следовательно, если биологический возраст особи равен 200—300 г., то возраст клона может быть в 2—3 раза большим. Поэтому можно определенно говорить об отсутствии сильных эксплозивных извержений вулкана на протяжении времени, равного возрасту отдельных особей кедрового стланика, при их рассеянном расположении и на протяжении 400—600 лет в том случае, если подножья вулканов на высотах 700 м и выше и в радиусе ближе 10—12 км от кратера покрыты его сомкнутыми зарослями. До-

полнительной ориентировкой во времени может служить и тип фитоценоза, который формирует или в котором участвует кедровый стланник. На первых этапах зарастания аэрально-пирокластических отложений формируется кедровостланник редкопокровно-злаковый, в то время как последние этапы могут быть представлены либо фрагментами кустарничково-лишайниковых и лишайниково-кустарничковых типов кедровостланников (тундровые условия), либо группой лишайниковых или субальпийских лиственничников с кедровым стлаником в подлеске (лесотундровые условия).

При наличии остатков негнившей древесины точные даты извержений могут быть установлены дендрохронологическими методами.

Что касается второго массового представителя растительности высокогорий, ольхового стланика, то по отношению к вулканизму он является антиподом кедрового. Все приведенные палинологические материалы, а также анализ последствий современных извержений свидетельствуют о его высокой выносливости в периоды вулканических катаклизмов и массовой регенерации поврежденных особей после их окончания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Богоявленская Г. Е., Брайцева О. А., Жариков Н. А., Пономарева В. В., Кирсанов И. Т., Мелекесцев И. В., Хренов А. П.* Ключевская группа вулканов//Активные вулканы и гидротермальные системы Камчатки (путеводитель научных экскурсий). Петропавловск-Камчатский, 1985. С. 6—59.
2. *Брайцева О. А., Мелекесцев И. В., Флеров Г. Б., Пономарева В. В., Сулержицкий Л. Д., Литасова С. Н.* Голоценовый вулканизм Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов//Большое трещинное Толбачинское извержение. М.: Наука, 1984. С. 177—223.
3. *Вески Р. Э.* Вулканизм и биосфера: о некоторых нерешенных вопросах//Вулканизм и связанные с ним процессы. Петропавловск-Камчатский, 1985. Вып. 3. С. 211.
4. *Егорова И. А.* Палинологическая характеристика вулканогенно-осадочных отложений в применении к стратиграфии//Вулканический центр: строение, динамика, вещество. М.: Наука, 1980. С. 52—76.
5. *Егорова И. А.* История развития растительности Камчатки в голоцене//Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 220—224.
6. *Егорова И. А.* Хронология голоцена Камчатки по данным палинологических исследований и радиоуглеродного датирования//Геохронология четвертичного периода. Таллин, 1985. С. 14.
7. *Заварицкий А. Н.* Вулканы Камчатки. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 14—75.
8. *Заварицкий А. Н.* Вулкан Авача на Камчатке. М.: Наука, 1977. 307 с.
9. *Кузьякина Т. И.* Преобразование вулканического пепла под действием микроорганизмов//Вулканизм и связанные с ним процессы. Петропавловск-Камчатский, 1985. Вып. 3. С. 232—234.
10. *Логинов В. Ф.* Вулканические извержения и климат. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 64с.
11. *Масуренков Ю. П., Егорова И. А., Пузанков М. Ю.* Авачинская группа вулканов//Активные вулканы и гидротермальные системы Камчатки (путеводитель научных экскурсий). Петропавловск-Камчатский, 1985. С. 107—134.
12. *Мелекесцев И. В., Краевая Т. С., Брайцева О. А.* Почвенно-пирокластический чехол и его значение для тейрохронологического метода//Вулканогенные фации Камчатки. М.: Наука, 1969. С. 61—71.
13. *Мелекесцев И. В., Краевая Т. С., Брайцева О. А.* Рельеф и отложения молодых вулканических районов Камчатки. М.: Наука, 1970. 104 с.
14. *Соколов И. А.* Вулканизм и почвообразование. М.: Наука, 1973. 224 с.
15. *Флеров Г. Б., Богоявленская Г. Е.* Геолого-петрохимические особенности вулканизма Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов//Геологические и геофизические данные о Большом трещинном Толбачинском извержении 1975—1976 гг. М.: Наука, 1978. С. 73—85.
16. *Хоментовский П. А.* О влиянии вулканических пеплопадов на развитие кедрового стланика на полуострове Камчатка//Изучение, использование и охрана растительного мира высокогорий. Владивосток, 1985. С. 111—112.
17. *Хотинский Н. А.* Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. С. 132—144.
18. *Antos J. A., Zobet D. B.* Recovery of forest undestores buried by tephra from Mount St. Helens. «Vegetatio», 1986. V. 64. № 3. P. 103—111.