



УДК 551.21

Н. А. Жаринов

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683 006; email: nzar@kscnet.ru*

Камчатской вулканологической станции 80 лет

Дано описание создания Камчатской вулканологической станции Академии наук СССР; приводятся научные задачи, поставленные перед Вулканологической станцией в начале её деятельности; исполнение поставленных задач.

Введение.

Вулканическая деятельность — один из главных геологических процессов, происходящих на нашей планете. В течение миллиардов лет благодаря глубинной магматической деятельности образовалась земная кора, её породы, гидросфера и атмосфера, земная поверхность. Вулканическая деятельность способствовала возникновению жизни на Земле. В результате магматической, вулканической и гидротермальной деятельности появилось большинство месторождений металлов, образовались огромные запасы подземного тепла, множество целебных горячих источников [2, 11, 12].

Вулканическая деятельность наблюдается на Земле в наиболее активных её областях, к которым от-

носится Тихоокеанское огненное кольцо, островные дуги.

История вулканологии насчитывает почти две тысячи лет. Первым трудом по вулканологии можно считать описание явлений, происходивших при катастрофическом извержении вулкана Везувий (Италия) в 79 г н.э., во время которого были уничтожены три города, в том числе известная Помпея. Эти описания оставил Плиний Младший [13].

Первые отечественные труды по вулканологии появились в XVIII в и принадлежат С. П. Крашенинникову и Д. С. Голицыну. С. П. Крашенинников (1711–1755), знаменитый исследователь Камчатки, изучал вулканы Камчатки в 1737–1741 гг. в составе Второй Камчатской экспедиции Витуса Беринга. С. П. Крашенинников в 1750 г. стал академиком Петербургской академии наук, вторым после М. В. Ломоносова. В его книге «Описание земли Камчатской», вышедшей в 1756 г., есть главы «Об огнедышащих горах и происходящих на них опасностях» и «О горячих ключах» [10]. Дипломат и естествоиспытатель, член многих академий Д. С. Голицын (1734–1803) в 1785 г. представил выдающееся исследование о происхождении вулканитов молодых потухших вулканов.

Организация Камчатской вулканологической станции, её задачи

Основы современной отечественной вулканологии были заложены в середине XX в академиками Ф. Ю. Левинсон-Лессинга (рис. 1), А. Н. Заварицким (рис. 2), профессором В. И. Влодавцем (рис. 3), член — корреспондентами АН СССР Б. И. Пийпом, Г. С. Горшковым и их сподвижниками. В 1929 г. Академией наук СССР было решено начать систематическое изучение вулканов Камчатки. Толчком к этому решению послужило извержение вулкана Авача в 1926 г.

На заседании Тихоокеанского комитета АН СССР было постановлено организовать стационар на Камчатке для изучения извержений вулканов, и в 1935 г. по инициативе академика Ф. Ю. Левинсон-Лессинга такая станция была открыта в пос. Ключи, вблизи наиболее активных вулканов Камчатки [4, 5]. В соответствии с программой работ, составленной



Рис. 1. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, академик АН СССР.



Рис. 2. А. Н. Заварицкий, академик АН СССР.

академиком Ф. Ю. Левинсон-Лессингом, вулканологическая станция создавалась:

- для наблюдений за динамикой вулканических процессов;
- выполнения режимных геохимических исследований;
- сбора данных о характере вулканической деятельности и типах извержений и их систематизации;
- изучения особенностей продуктов извержений вулканов;
- выяснения деятельности камчатских вулканов в историческом прошлом;
- разработки методов прогноза извержений, вулканического районирования, и оценки вулканической опасности.

Камчатскую вулканологическую станцию по праву называют колыбелью российской вулканологии. Станция стала первой школой вулканологических знаний, школой мужества, научила любить Камчатку. На станции выросла плеяда вулканологов: профессор В. И. Влодавец, член-корреспонденты АН СССР Б. И. Пийп, Г. С. Горшков; доктора наук А. А. Меняйлов, С. И. Набоко, А. Е. Святловский, Е. К. Мархинин, Б. В. Иванов, кандидаты наук Л. А. Башарина, Г. Е. Богоявленская, И. И. Гущенко,



Рис. 3. В. И. Влодавец, доктор геолого-минералогических наук, первый начальник Камчатской вулканологической станции в 1935–1936 гг.

П. И. Токарев, А. И. Фарберов, В. И. Горельчик, Н. А. Жаринов, В. А. Широков, П. П. Фирстов.

Первым начальником вулканологической станции стал В. И. Влодавец, впоследствии профессор, доктор геолого-минералогических наук, заслуженный деятель науки РСФСР. На долю В. И. Влодавца выпал большой труд по организации и строительству станции.

Более полувека творческие интересы и научно-организационная деятельность В. И. Влодавца связана с Камчаткой. Начало его работ в этом плане относится к 1932 г. Тогда в составе арктической экспедиции на ледоколе «Сибяряков» В. И. Влодавец оказался в Петропавловске-Камчатском. В это время на Камчатке происходило извержение побочного кратера Ключевского вулкана. В. И. Влодавец серьёзно заинтересовался извержением, и это сыграло решающую роль в его дальнейшей судьбе.

На предложение быть начальником Камчатской вулканологической станции в пос. Ключи В. И. Влодавец согласился. С 1 сентября 1935 г. начались систематические наблюдения за состоянием Ключевского вулкана (с этой даты исчисляется начало российской вулканологии). Вначале коллектив исследователей состоял из 5 человек: геологи —



Рис. 4. Здание Камчатской вулканологической станции в 1936 г.



Рис. 5. Камчатская вулканологическая станция, 2002 г.

В. И. Влодавца, В. Ф. Попков, химики — И. З. Иванов, Н. Н. Шаврова и топограф А. М. Дьяконов. 15 апреля 1936 г. группа В. И. Влодавца въехала в построенное ими здание. В это время станция представляла собою единственный одноэтажный дом, в котором размещались служебные и жилые помещения (рис. 4). В служебном помещении находились: химическая лаборатория, вулканологический кабинет с микроскопом, библиотека, фотолаборатория. Во второй половине станции разместились жилые комнаты, общая столовая — «кают-компания» и библиотека. Спустя 10 лет здание было надстроено, на второй этаж поместили два кабинета для руководства станции, туда же перенесли библиотеку (рис. 5).

Научно-исследовательские работы на станции проводились группами сотрудников Академии наук СССР, которые откомандировывались на Камчатку на 2–3 года на так называемые «зимовки». В 1936 г. группу В. И. Влодавца сменила группа А. А. Меняйлова, в которую вошли топограф Турбабо, химик И. З. Иванов, геохимик С. И. Набоко., только что окончившая Ленинградский горный институт.

Вторая группа исследователей отличалась от группы В. И. Влодавца, крупного учёного, своею молодостью, все в науке начинали с нуля. Освоение Камчатки и начало работы на станции решили отметить восхождением на вершину вулкана Ключевской. В составе одной из групп по подъёму на вершину вулкана входила С. И. Набоко. Так впервые кратер самого высокого действующего вулкана Евразии — Ключевского покорила первая женщина — вулканолог. Вулканологические исследования расширяются. Организуются промежуточные базы у подножья Ключевского вулкана. На побочные кратеры, образовавшиеся в 1932 г., систематически совершаются поездки: зимою на собачьих упряжках, летом на лошадях. Гужевого транспорт использовался на станции вплоть до 1980 г. несмотря на то, что к этому году станция имела два грузовых автомобиля, гусеничный тягач, имела снегоход, а также использовали вертолет для заброски полевых отрядов и груза в недоступные, отдалённые районы.

Время работы на станции группы А. А. Меняйлова совпало с извержением побочного прорыва «Билукай» на восточном склоне вулкана Ключевской (рис. 6). Первые годы исследований вулканов отличались тяжелыми условиями, к месту извержений приходилось добираться на собачьих упряжках (рис. 7). По рассказам С. И. Набоко к кратеру «Билукай», ей пришлось добираться 10 дней в феврале 1938 г. (рис. 8). Когда она с А. А. Меняйловым прибыла к месту извержения, лавовый поток уже имел длину шесть километров, а шлаковый конус вырос до 100 м в высоту. Только спустя многие годы стало возможным использовать авиацию.

Уже в первые годы научной деятельности станции накопленный научный материал требовал обобщения. В 1937 г. выходит в свет на русском и английском языках первый номер Бюллетеня вулканологической станции на Камчатке. Всего вышло 54 номера этого издания, последний номер был опубликован в 1978 г. С 1979 г. выходит журнал «Вулканология и Сейсмология».

Начавшееся в апреле 1937 г. и продолжавшееся до весны 1939 г. извержение вулкана Ключевской всесторонне изучалось А. А. Меняйловым и С. И. Набоко. Обширный и интересный материал, который они получили и затем опубликовали, — первое в отечественной литературе детальное исследование динамики полного цикла вулканической деятельности. А. А. Впоследствии Меняйлов и С. И. Набоко стали докторами наук. А. А. Меняйлов оставался на станции до 1940 г. В послевоенный период он вновь руководил станцией с 1948 по 1950 гг.

В трудных условиях военного времени учёные станции продолжали вулканологические исследования. Долгие годы (1940–1948 гг. и 1950–1954 гг.) работе на Камчатской вулканологической станции были отданы Б. И. Пийпом (рис. 9).

В 1944–1945 гг. Б. И. Пийпом было детально изучено извержение Ключевского вулкана. Материал



Рис. 6. А. А. Меняйлов, доктор геолого-минералогических наук, начальник Камчатской вулканологической станции в 1936–1938 гг. и в 1948–1950 гг.

по изучению этого извержения послужил основой для фундаментальной монографии «Ключевская сопка и её извержения в 1944–1945 гг. и в прошлом» [14].

В организационном и научном отношении Ключевская станция выступает основоположником советской вулканологии. В 1943 г. на её основе в Москве была создана лаборатория вулканологии АН СССР с вулканологической станцией на Камчатке, а в 1962 г. на базе Лаборатории вулканологии, Камчатской вулканологической станцией и Камчатской геолого-геофизической экспедиции СО АН СССР в Петропавловске-Камчатском был создан Институт вулканологии СО АН СССР. Его директором был назначен известный вулканолог член-корреспондент АН Б. И. СССР Пийп. Камчатская вулканологическая станция вошла в состав института как самостоятельное структурное подразделение.

На станции зарождались научные направления и школы, которые получили дальнейшее развитие в Институте вулканологии. В 1946 г. в составе станции была организована Ключевская, а позже Козыревская сейсмические станции, на станции организуется сейсмический отдел. Было положено начало



Рис. 7. С. И. Набоко, доктор геолого-минералогических наук. Первая женщина-вулканолог, покорившая вулкан Ключевской.

геофизическим исследованиям активных вулканов. Первым заведующим сейсмической службы был Н. Е. Соколов. Наиболее плодотворной работа была у Г. С. Горшкова, П. И. Токарева, В. И. Горельчик, В. В. Степанова.

В первые годы открытия сейсмического отдела прогноз извержений на станции находился в стадии методических разработок. Причин тому было много: во-первых, совершенная не изученность исследуемого района, ограниченное число сейсмических станций, недостаток аппаратуры и др. На станции у одного из её начальников — Г. С. Горшкова (1954–1957 гг.) зародилась идея экранирования сейсмических волн магматическим очагом, в частности, Ключевского вулкана. Так было показано, что питающий магматический очаг вулкана Ключевской находится на глубинах более 50 км [6]. Это было революционное открытие мирового уровня. Позднее, в 1966 г. член-корреспондент Г. С. Горшков стал директором Института вулканологии (рис. 10).

В 1958–1961 гг. Камчатскую вулканологическую станцию возглавил Е. К. Мархинин (рис. 11). До приезда Е. К. Мархинина на станцию 30 марта 1956 г. начал работать вулкан Безымянный, который до 1955 г. считали потухшим. К этому периоду относится



Рис. 8. Г. Е. Богоявленская, кандидат геолого-минералогических наук, в зимнем маршруте.

приезд в п. Ключи для работы на станции аспирантки Лаборатории вулканологии Г. Е. Богоявленской Темой исследований Г. Е. Богоявленской на долгие годы стал вулкан Безымянный. В это время продолжают выходить в свет труды по вулканизму Ключевской группы: Г. С. Горшков, Г. Е. Богоявленская «Вулкан безымянный и особенности его последнего извержения 1955–1963 гг.» в 1965 г., И. И. Гущенко «Пеплы северной Камчатки и условия их образования» в 1965 г., труды П. И. Токарева, Е. К. Мархинина, К. М. Тимербаевой, А. Н. Сирина. Е. К. Мархинин после работы на станции до ухода на пенсию продолжал работать в Институте вулканологии в Петропавловске-Камчатском. С его именем связано создание нового направления в науке — биовулканологии.

Биовулканология рассматривает значение вулканических процессов для образования среды обитания живых организмов — биосферы [11]. В настоящее время Е. К. Мархинин, академик Российской Академии Естественных Наук, заслуженный деятель науки России, профессор продолжает начатые исследования на общественных началах.

Ещё в 1946 г. для изучения морфологии вулканов была впервые использована аэрофотосъёмка. Результатом первых аэровулканологических исследований явилось издание Атласа вулканов СССР [1]. Материалы исследований были обобщены В. И. Влодавцем, Г. С. Горшковым, Б. И. Пийпом и завершены

изданием каталога вулканов СССР. При подготовке Атласа вулканов СССР, выполнении аэросъёмочных работ вулканов Камчатки в частности, активное участие принимали А. Е. Святловский и Ю. С. Доброхотов. С 1961 по 1965 гг. А. Е. Святловский возглавлял Камчатскую вулканологическую станцию (рис. 12). В этот период времени был создан Институт вулканологии (1962 г.) и совершенно естественно, что первые годы существования Института были связаны с продолжением работ станции. В последующие годы станция оставалась базой, кузницей кадров молодого поколения. Вулканологическую школу на станции прошла основная часть вулканологов следующего поколения: И. Т. Кирсанов, И. А. Меняйлов, А. А. Важеевская, В. И. Горельчик, В. А. Ермаков, Ю. М. Дубик, Л. П. Никитина, Е. К. Серафимова, Б. В. Иванов, В. В. Степанов, Н. А. Жаринов, А. Б. Белоусов, М. Г. Белоусова, А. И. Козырев и многие другие.

В последующие годы на станции главное внимание уделялось развитию комплексных геолого-геофизико-геохимических исследований, которые проводились станцией совместно со многими лабораториями Института вулканологии и других институтов. Первым опытом таких исследований было изучение побочного прорыва на вулкане Ключевской в 1966 г. под руководством И. Т. Кирсанова. С 1965 по 1970 г. И. Т. Кирсанов возглавлял



Рис. 9. Б. И. Пийп, начальник Камчатской вулканологической станции в 1940–1948 гг. и в 1950–1954 гг., первый директор Института вулканологии, член-корреспондент АН СССР.

коллектив Камчатской вулканологической станции (рис. 13). В дальнейшем И. Т. Кирсанов продолжал научную работу в Институте вулканологии. Ему не раз приводилось быть первопроходцем. И. Т. Отрядом Кирсанова в 1963 при изучении Мутновского вулкана были открыты горячие гидротермальные источники, названные Дачными. В настоящее время на этом месторождении построена Мутновская Геотермальная ТЭС.

Одной из основных задач станции было создание надёжного метода прогноза извержений на основании комплекса методов. Всестороннее развитие сейсмических методов исследований обусловили возможность достаточно надёжного прогноза извержений различного типа вулканов. Первые успешные прогнозы извержений вулканов Безымянного Шивелуча были сделаны П. И. Токаревым в 1956 и 1964 гг. (рис. 14). Следующие успешные прогнозы побочных извержений на вулкане Ключевской в 1974 г. и блестящий прогноз места и времени Большого трещинного Толбачинского извержения, сделанный П. И. Токаревым в июле 1975 г. [3]. Прогнозы были выполнены на основе сейсмологических данных, полученных на Камчатской вулканологической станции В. И. Горельчик и В. В. Степановым.



Рис. 10. Г. С. Горшков, начальник Камчатской вулканологической станции в 1954–1957 гг., директор Института вулканологии в 1966–1970 гг., член-корреспондент АН СССР.

В 1970–1977 г. вулканологическую станцию в пос. Ключи возглавлял Б. В. Иванов (рис. 15). Ровесник станции, Б. И. Иванов родился в семье горного инженера, окончил Московский геологоразведочный институт. После встречи с профессором В. И. Влодавцем и членом-корреспондентом Б. И. Пийпом в 1962 г. навсегда связал свою жизнь с вулканами, с Камчаткой. В 1970–1971 гг. на станции впервые в СССР было проведено глубинное сейсмическое зондирование (просвечивание сейсмическими волнами) района Ключевской группы вулканов. Эти работы довольно трудоёмки, связаны с производством взрывов в районе действующих вулканов и их регистрацией. Работы выполнялись совместно с лабораториями Сахалинского КНИИ и Института вулканологии. 40-летний юбилей станции в 1975 г. был отмечен выпуском в печать сборника «Глубинное строение, сейсмичность и современная деятельность Ключевской группы вулканов» под редакцией Б. В. Иванова и С. Т. Балесты.

Б. В. Иванов прошёл большой путь научно-организационной работы от начальника Камчатской вулканологической станции до организатора и директора (1991–2004 гг.) Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН. С 1996 г. он — акаде-

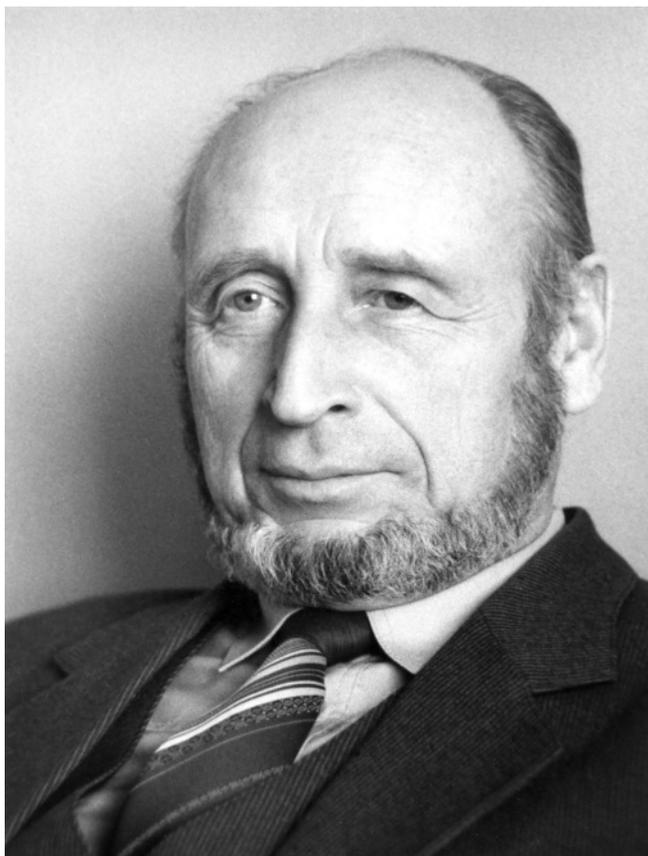


Рис. 11. Е. К. Мархинин, доктор геолого-минералогических наук, начальник Камчатской вулканологической станции в 1958–1961 гг.

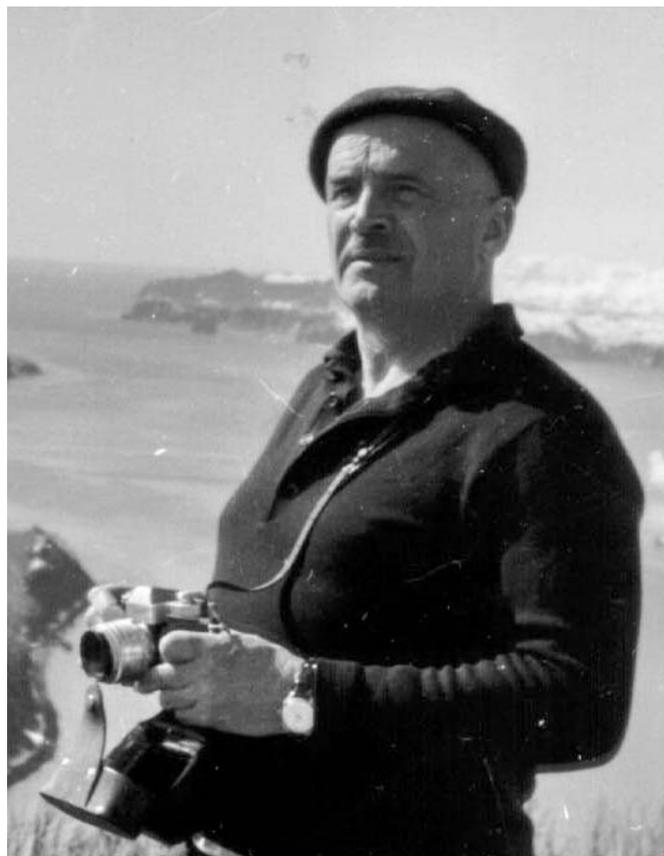


Рис. 12. А. Е. Святловский, доктор геолого-минералогических наук, начальник Камчатской вулканологической станции в 1961–1965 гг.

мик Академии естественных наук России, с 2004 г. — заслуженный деятель науки РФ, профессор. Вместе с Б. В. Ивановым работала его жена В. И. Горельчик, руководившая на протяжении долгих лет (с 1970 по 1990) сейсмической службой Камчатской вулканологической станции (рис. 16).

Развитие геофизических методов исследований продолжалось в последующие годы. Расширению геофизических работ, а также появлению в программе работ Камчатской вулканологической станции специальных геодезических исследований большую помощь оказывал академик РАН С. А. Федотов, руководивший Институтом вулканологии с 1972 по 2004 гг. (рис. 17).

Самый продолжительный период времени во главе коллектива сотрудников Камчатской вулканологической станции был Н. А. Жаринов (1978–2004 гг.). Мировой опыт работ по исследованию активных вулканов показал важность и необходимость изучения деформаций земной поверхности, связанных с их деятельностью. С 1978 г. на станции наряду с сейсмическими наблюдениями начинаются геодезические работы. На склонах вулкана ставятся геодезические знаки для выполнения высокоточных нивелировок и измерений длин линий лазерными дальномерами, сооружаются наклономерные стан-

ции (глубокие шурфы для установки высокоточных приборов-наклономеров).

Многолетние геодезические наблюдения, выполненные на вулканах, показали, что максимальные смещения наблюдаются на постройках вулкана, вблизи трещин, из которых изливается жидкая лава; вблизи кратеров и куполов, которые образуются при выжимании вязкой лавы.

С 1974 по настоящее время наблюдалась активизация всех вулканов северной группы: в течение полутора лет происходило Большое трещинное Толбачинское извержение, на вулкане Ключевском произошло серия вершинных и побочных извержений (извержений на склонах вулкана), на вулкане Безымянный периодически продолжался рост лавового купола, после 16-ти летнего перерыва возобновился рост лавового купола на вулкане Шивелуч.

Для изучения извержений в эти годы на Камчатской вулканологической станции организовывались специальные экспедиции. В работе таких экспедиций принимали участие сотрудники Института вулканологии и вулканологической станции, а также прикомандированные специалисты других организаций, студенты-практиканты. Численный состав коллектива станции достигал в это время 50 человек, в летнее время за счёт временных сотрудников увеличивался до 70–80 человек.



Рис. 13. И. Т. Кирсанов, начальник Камчатской вулканологической станции в 1965–1970 гг.



Рис. 14. П. И. Токарев, кандидат физ-мат. Наук, заведующий сейсмическим отделом Камчатской вулканологической станции.

На станции до 1990 г. круглый год работали три полевые сейсмические станции, которые обслуживали лаборанты вулканологической станции. Следует отметить значительный вклад в работу по руководству сейсмической службой станции кандидата геолого-минералогических наук В. И. Горельчик, м.н.с. В. В. Степанова. Долгие годы выполняли вахтенную службу на стационарах в п. Ключи, п. Козыревск и полевых станциях: В. А. Аристархов, В. В. Аристархова, С. В. Попов, В. Г. Ушаков, К. С. Киришев, В. М. Козев, В. П. Ханзутин.

После организации Комплексной опытной методической сейсмологической партии в составе Института вулканологии сейсмологические наблюдения были переданы в это структурное подразделение. В настоящее время сейсмологические работы выполняет Камчатский филиал Геофизической службы РАН.

В эти же годы станция выполняла большой объём геофизических работ для прогноза землетрясений и оценки сейсмической опасности в районе побережья Камчатского залива. Работы проводились от мыса Африка на севере до устья р. Сторож на юге (вдоль побережья Камчатского залива). Постановка геодезических работ была связана со значительным увеличением сейсмической активности в указанных районах в те годы. В результате выполнения работ

были созданы специальные полигоны для слежения за изменением деформаций земной поверхности в указанных районах.

Результаты научных исследований, выполненных сотрудниками Камчатской вулканологической станции, вошли в монографию по изучению Большого трещинного Толбачинского извержения, в Атлас действующих вулканов Камчатки [3, 15], изложены во многих статьях журнала «Вулканология и сейсмология» [7, 8, 9, 16, 17, 18 и др.].

В последние годы на Камчатской вулканологической станции большое внимание уделяется дистанционным методам контроля состояния вулканов. С этой целью непосредственно со станции проводятся видеосъемки вулканов. Полученная информация в цифровом виде передаётся в Институт вулканологии. Для непрерывного слежения за вулканами установлены видеокамеры. Эти работы возглавляет Ю. В. Демянчук — начальник Камчатской вулканологической станции с 2004 г.

В настоящее время коллектив станции состоит из 7 человек, в том числе: двух научных сотрудников, двух инженеров и трёх сотрудников для технического обслуживания станции. Камчатская вулканологическая станция служит базой для комплексных исследований северной группы вулканов.



Рис. 15. Б. В. Иванов, доктор геолого-минералогических наук, начальник Камчатской вулканологической станции в 1970–1977 гг., директор Института вулканической геологии в 1991–2004 гг.



Рис. 16. В. И. Горельчик, кандидат геолого-минералогических наук, руководитель сейсмической сети Камчатской вулканологической станции 1970–1990 гг.

Одновременно выполняются работы для оперативного слежения за вулканами и оценки их состояния. В период извержений на станции организуются полевые экспедиции, выполняющие на современном уровне комплекс геолого-геофизико-геохимических исследований.

Список литературы

1. Атлас вулканов СССР. Отв. редакторы: Келль Н. Г. и Пийп Б. И.. М.: Из-во АН СССР, 1959. 174 с.
2. *Апродов В. А.* Вулканы. М.: Мысль. 1982. 367 с.
3. Большое трещинное Толбачинское извержение. Камчатка 1975–1976. Отв. ред. Член-корреспондент АН СССР С. А. Федотов. М.: Наука, 1984. 637 с.
4. *Влодавец В. И.* Начало. Бюлл. вулканологических станции. 1974. № 50. С. 39.
5. *Влодавец В. И., Набоко С. И., Федотов С. А.* К 50-летию советской вулканологии // Вулканология и сейсмология. 1985. № 4. С. 3–16.
6. *Горшков Г. С.* Некоторые вопросы теории вулканологии // Известия Академии Наук СССР. Сер. Геол. 1958, № 11. С. 11–27.
7. *Жаринов Н. А., Демянчук Ю. В.* Камчатская вулканологическая станция, её деятельность в 1935–1999 гг. Направления дальнейших работ. Сб. Современный вулканизм и связанные с ним процессы. П. Камчатский, 122–15 апреля 1999 г. С. 20–25.
8. *Жаринов Н. А., Демянчук Ю. В.* Рост экструзивного купола вулкана Шивелуч (Камчатка) в 1980–2007 гг. по геодезическим наблюдениям и видеосъемке // Вулканология и Сейсмология. 2008. № 4. С. 3–13.
9. *Жаринов Н. А., Демянчук Ю. В.* Оценка объемов изверженных продуктов вулкана Безымянный за 1955–2009 гг. // Вулканология и сейсмология, 2011, № 2, С. 28–41.
10. *Крашенников С. П.* Описание земли Камчатки. СПб., 1786.
11. *Мархинин Е. К.* Вулканы и жизнь. М.: Мысль, 1980. 196 с.
12. Новейший и современный вулканизм на территории России. Отв. ред. Лавёров Н. П.. М.: Наука. 2005. 604 с.
13. Письма Плиния младшего. М.: Наука. 1984. 405 с.



Рис. 17. С. А. Федотов, академик РАН, директор Института вулканологии в 1972–2004 гг.

14. Пийп Б. И.. Ключевская сопка и её извержения в 1944–1945 гг. и в прошлом. // Тр. Лаб. Вулканологии. 1956. Вып. 11, 311 с.
15. Федотов С. А., Горельчик В. И., Жаринов Н. А. Вулкан Ключевской. Землетрясения, деформации, механизм деятельности и возможное развитие Ключевского вулкана // Действующие вулканы Камчатки. М.: Наука, 1991. Том. 1. Гл. 1. С. 138–145.
16. Федотов С. А., Жаринов Н. А. Об извержениях, деформациях, сейсмичности Ключевского вулкана (Камчатка) в 1986–2005 гг. и механизме его деятельности // Вулканология и сейсмология, 2007, № 2. С. 1–29.
17. Федотов С. А., Жаринов Н. А., Гонтовая Л. И.. Магматическая питающая система Ключевской группы вулканов, Камчатка, по данным об её извержениях, землетрясениях, деформациях и глубинном строении // Вулканология и сейсмология. 2010. №1. С. 1–33. В печати.
18. Федотов С. А., Хренов А. П., Жаринов Н. А.. Ключевской вулкан, его деятельность в 1932–1986 гг. и возможное развитие // Вулканология и сейсмология. 1987. №. С. 3–16.