

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР**



«НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ СЕРИЯ»

Основана в 1961 году

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
И ТЕХНИКИ АН СССР  
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

*А. Т. Григорьян, В. И. Кузнецов, Б. В. Левшин,  
С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,  
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,  
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),  
А. П. Юшкевич, А. Л. Яншин (председатель),  
М. Г. Ярошевский*

**С. Л. Соловьев**

**Евгений Федорович  
САВАРЕНСКИЙ**

**1911—1980**

**Ответственный редактор  
член-корреспондент АН СССР**

**Л. Н. РЫКУНОВ**



---

**МОСКВА  
«НАУКА»**

**1989**

ББК 72.3 г

С 60

УДК 092 Е. Ф. Саваренский

Рецензенты:

доктор технических наук С. В. ПОЛЯКОВ,

доктор технических наук А. П. СИНИЦЫН

**Соловьев С. Л.**

С 60 **Евгений Федорович Саваренский: 1911—1980.**  
— М.: Наука, 1989.— 144 с., ил.— (Научно-биографическая серия).

ISBN 5-02-000687-4

Книга представляет собой научную биографию выдающегося советского сейсмолога члена-корреспондента АН СССР Е. Ф. Саваренского. С его именем связаны создание сейсмической станции «Москва», реорганизация советской сейсмической службы после землетрясения 1948 г., разрушившего Ашхабад, создание службы оповещения о цунами в СССР, составление «Атласа землетрясений в СССР», работы по прогнозу землетрясений, создание Междуведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству и многое другое. Большой вклад внес Е. Ф. Саваренский в международное сотрудничество ученых, особенно в Европе.

Книга предназначена для всех интересующихся историей отечественной науки.

С  $\frac{1401020000-460}{054(02)-89}$  68-89 НПЛ

ББК 72.3 г

**Soloviev S. L. Evgeniy Fedorovich Savarensky:**  
1911—1980.— Moscow: Nauka Publ., 1989.— 144 p.,  
il.— (Scientific biographies).

A scientific biography of a prominent seismologist is presented. His achievements in creation of the seismic station «Moscow», reorganization of the Soviet seismic network after the 1948 Ashkhabad earthquake, foundation of the Soviet tsunami warning service, investigations of body and surface seismic waves, inner structure of the Earth, seismicity of the USSR, international scientific cooperation, and other fields are outlined.

ISBN 5-02-000687-4

© С. Л. Соловьев, 1989

## От автора

Член-корреспондент АН СССР Евгений Федорович Саваренский сделал многое для развития советской сейсмологии и оставил яркий след в истории этой науки. Хотя ему было всего пять лет, когда скончался основатель отечественной и мировой сейсмологии академик Б. Б. Голицын, Евгений Федорович считал себя — и по праву — продолжателем дела великого русского ученого. Е. Ф. Саваренский в течение длительного времени занимал ключевые в советской сейсмологии посты председателя Междуведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству, заведующего отделом общей сейсмологии Института физики Земли, профессора сейсмологии Московского университета. Однако не этими формальными обстоятельствами, а своей кипучей научной, организационной и педагогической деятельностью заслужил Е. Ф. Саваренский право на благодарную память потомков. С его именем связаны многие кардинальные события в развитии сейсмологии в СССР. Ему удалось привлечь в эту быстро развивающуюся и становящуюся все актуальнее науку много специалистов разного возраста (в том числе и автора этих строк).

Научная биография Е. Ф. Саваренского составлена в 1986 г., когда отмечалось 75-летие ученого, на основе его многочисленных публикаций и отчетов, архивных материалов, личных впечатлений автора. Использованы также воспоминания других лиц, знавших Евгения Федоровича, в том числе воспоминания и материалы Р. А. Агамирзоева, Г. Н. Бугаевского, Р. Г. Гарецкого и А. П. Емельянова, Н. В. Зволинского, Б. И. Ильясова, Л. Ш. Килимника, Н. В. Кондорской, Н. И. Кригера, Б. А. Матушкина и А. Д. Кожевникова, А. П. Лазаревой, Е. М. Линькова и Г. Н. Петровой, В. Г. Папалашвили, Т. Р. Рашидова и В. И. Уломова, Т. Ф. Саваренской, А. П. Сеницына, Д. И. Сихарулидзе, М. Н. Смирновой и Х. Н. Межиева, В. С. Федоренко, О. М. Харитоновой, Ю. А. Шевлекова и В. Г. Тищенко, О. Т. Якупова, Т. Б. Яновской. Кроме того, ценные за-

мечания и дополнения были получены после просмотра биографии учебного специалистами, общавшимися с ним, такими, как Э. М. Антоненко, Г. Н. Бугаевским, И. П. Добровольским, Н. В. Кондорской, А. П. Лазаревой, Н. Н. Матвеевой, Г. Д. Панасенко, С. В. Поляковым, С. А. Федоровым. Большую помощь автору в подборе фотографий и в окончательной подготовке книги к печати оказали дочь Евгения Федоровича О. Е. Саваренская, один из его учеников Г. Л. Косарев и сотрудница Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР Н. И. Фролова.

*С. Л. Соловьев*

## Глава 1.

### **Первые самостоятельные шаги. Работа в Сейсмологическом институте АН СССР (1928—1947 гг.)**

Евгений Федорович Саваренский родился 18 июля 1911 г. в Туле в семье известного гидрогеолога, впоследствии действительного члена АН СССР (1943 г.; член-корреспондент АН СССР с 1939 г.) Федора Петровича Саваренского. Мать Евгения Федоровича — Успенская Алевтина Алексеевна всю жизнь была домохозяйкой; она умерла в 1938 г. Ф. П. Саваренский в год рождения сына, в возрасте 30 лет, занимался изучением почв Тульской губернии, а впоследствии и Черниговской губернии. В 1915 г. семья переехала в Саратов в связи с тем, что Ф. П. Саваренский занялся проведением гидрогеологических исследований в Поволжье и одновременно преподавал в Саратовском университете.

В 1922 г. Саваренские переехали в Москву и поселились в Трубниковском переулке, где и прошла молодость Е. Ф. Саваренского.

В Москве Ф. П. Саваренский в 1922—1924 гг. работал гидрогеологом в Наркомземе РСФСР, в 1924—1929 гг. был сотрудником Московского отделения Геологического института АН СССР, в 1929—1933 гг. — старшим геологом Института подземных вод, в 1933—1935 гг. — заведующим лабораторией инженерной геологии Всесоюзного института минерального сырья. Затем, в 1935—1940 гг., он был руководителем отдела гидрогеологии и инженерной геологии Геологического института АН СССР, с 1940 г. возглавлял Комиссию гидрогеологии и инженерной геологии АН СССР, с 1944 г. и до конца жизни (1946 г.) был директором созданной им Лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР. Вместе с тем основной работой



**Федор Петрович  
Саваренский  
(1881—1946)**



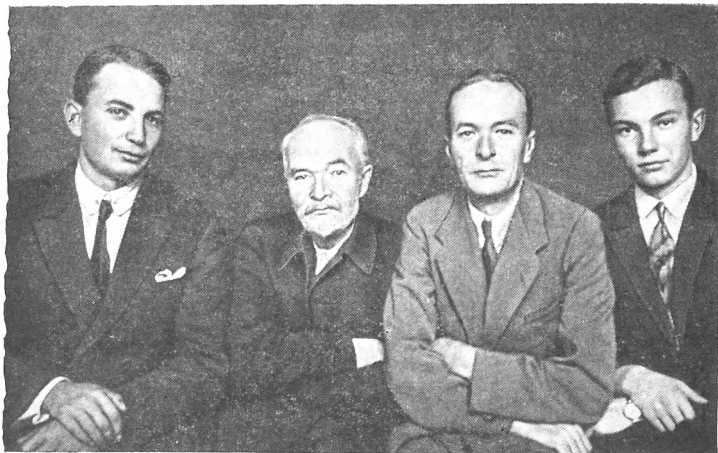
**Алевтина Алексеевна  
Саваренская  
(1892—1938)**

Ф. П. Саваренского было преподавание в Московском геологоразведочном институте им. С. Орджоникидзе, где он был профессором с момента организации института в 1930 г., а затем возглавил созданную им в 1934 г. кафедру инженерной геологии.

Евгений Федорович окончил в 1926 г. 7-ю опытно-образовательную школу Московского отдела народного образования при Центральной комиссии по улучшению быта ученых, располагавшуюся в Кривоарбатском переулке в здании знаменитой до революции частной гимназии Хвостова. Затем Евгений Федорович два года учился на курсах по подготовке в вуз. Эти курсы находились на ул. Герцена, там преподавали математику, физику, русский язык и литературу. И только после этого он поступил в университет. В юношеском возрасте Евгений Федорович также преуспевал как пианист, и был даже момент, когда стоял вопрос о выборе музыкальной профессии (консерватория), но стремление стать математиком пересилило. В этот же период Евгений Федорович увлекался конструированием радиоприемников, что было его страстью вплоть до войны.

В 1928 г. Е. Ф. Саваренский поступил на математическое отделение физико-математического факультета





### Семья Саваренских, 1929 г.

Справа налево: Е. Ф. Саваренский, Ф. И. Саваренский (отец),  
А. И. Саваренский (дядя), Ю. Н. Саваренский (двоюродный брат)

та МГУ, выбрав специальность «геофизика». В 1930 г. геофизическое направление было передано во вновь созданный Московский геологоразведочный институт (МГРИ), в который Е. Ф. Саваренский и перешел. Е. Ф. Саваренский учился вместе с такими известными впоследствии специалистами, как океанолог А. Д. Добровольский, геоморфолог А. В. Живаго, сейсморазведчик Л. А. Рябинкин и др.

В период обучения в МГРИ он дважды проходил летнюю производственную практику: с 28 мая по 16 сентября 1930 г. в Уральской электроразведочной партии (по цветным металлам) и с 8 июня по 26 сентября 1931 г. в сейсмической партии на Украине на Криворожском руднике, оба раза в качестве старшего наблюдателя. Геологоразведочный институт Евгений Федорович окончил через два года, в 1932 г., по специальности «сейсмометрия» (свидетельство МГРИ № 37).

За год до окончания института, в 1931 г., Е. Ф. Саваренский поступил на работу (специалистом, затем ученым специалистом) в Государственный геофизический институт Наркомзема РСФСР<sup>1</sup>, располагавшийся

<sup>1</sup> Позднее Центральный институт экспериментальной гидрологии и метеорологии, ныне Всесоюзный научно-исследователь-

в Кучино, вблизи восточной окраины Москвы. Здесь он проработал два года в сейсмическом секторе, возглавляемом профессором В. Ф. Бончковским. Евгений Федорович занимался вопросами теории распространения сейсмических волн и сейсмической разведки, в частности выполнил сейсмическую разведку сначала в р-не Рогнединской магнитной аномалии (ныне в Брянской области) и затем в Черниговской области. В Кучино он подготовил первую научную публикацию: о продольных колебаниях стержней с нарушенной структурой (составленных из разнородных материалов), которая вышла в свет в 1934 г. [1].

Рано начав трудовую жизнь, Евгений Федорович сразу же перешел на собственное обеспечение и был очень щепетилен в отношении денег, не желая обременять родителей.

В 1932 г. началась преподавательская деятельность Е. Ф. Саваренского: он в течение года вел занятия в МГРИ по механике и математике. В 1933 г. Е. Ф. Саваренский перешел на работу в Физико-химический институт спецзаданий Наркомтяжпрома СССР (ученым специалистом), где ему пришлось иметь дело с промышленными механическими колебаниями. Он занимался также исследованиями по электроакустике и освоением методов этой специальности при сейсмических экспериментах. Знания и навыки, приобретенные Е. Ф. Саваренским в вузе и в первые годы работы, позволили ему впоследствии подготовить главу по геофизическим методам разведки в инженерно-геологических целях для учебника «Инженерная геология» [4].

Видимо, по просьбе отца примерно в это же время он выполнил небольшую математическую работу по гидрогеологии [2]. Для определения формы поверхности грунтовых вод, дренируемых с двух сторон водотоками (реками, каналами), применялась дифференциальная формула Кёне, но при некоторых упрощениях (идентичность водотоков, равномерное пополнение грунтовых вод сверху за счет инфильтрации атмосферных осадков и др.). Евгений Федорович предложил более общую формулу, сняв ряд ограничений, и на трех примерах показал, как надо ею пользоваться.

---

ский институт водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии Госстроя СССР (НИИводгео).

В 1934 г. произошло событие, решительным образом повлиявшее на всю дальнейшую жизнь и деятельность Е. Ф. Саваренского,— постановлением Совнаркома СССР Академия наук была переведена из Ленинграда в Москву. Туда же переехал и Сейсмологический институт АН СССР, основанный в 1928 г. П. М. Никифоровым (с 1932 г. член-корреспондент АН СССР), учеником выдающегося русского физика, основателя современной сейсмологии академика Б. Б. Голицына. Институт был организован на базе созданных в Петербурге Б. Б. Голицыным сейсмологических подразделений и был третьей в мире специализированной научно-исследовательской организацией по сейсмологии наряду с Институтом по изучению землетрясений Токийского университета и сейсмологической лабораторией Калифорнийского технологического института, США [11].

Е. Ф. Саваренский в том же 1934 г. перешел в Сейсмологический институт на должность научного сотрудника первого разряда (младшего научного сотрудника) в отдел сети станций, который возглавил профессор В. Ф. Бончковский, также перешедший в институт вместе со своим «кучинским» коллективом.

Е. Ф. Саваренскому была поручена самостоятельная тема по одному из наиболее важных в то время вопросов сейсмологии — изучению глубокофокусных землетрясений в связи с проблемой физических свойств Земли. Евгений Федорович с честью выполнил это поручение. Он изучил всю имевшуюся в то время литературу по глубокофокусным землетрясениям, освоил разрабатывавшиеся методы определения глубины гипоцентра землетрясения, в том числе основной вошедший в практику метод использования фаз  $pP$ ,  $sP$ ,  $sS$  и других, отраженных от земной поверхности вблизи гипоцентра землетрясения, так называемый метод Берлаге, разработал способ нахождения поправок к эпицентральному расстоянию глубокофокусного землетрясения [3], построил рабочую номограмму для определения глубины гипоцентра и эпицентрального расстояния глубокофокусного землетрясения по разности фаз  $S - P$ ,  $sP - P$ ,  $pP - P$  [12] и, самое главное, подготовил и опубликовал исчерпывающую сводку по глубокофокусным землетрясениям, осветив историю обнаружения доказательств существования глубоких сейсмических очагов, метод определения глубоких

гипоцентров, механизм очагов глубокофокусных землетрясений, распределение их эпицентров по поверхности Земли, коснувшись причин возникновения глубокофокусных землетрясений и состояния вещества в недрах Земли [5, 9, 18].

Некоторые высказанные при этом соображения Евгения Федоровича предвосхитили дальнейшее развитие науки. Так, он писал, что аномальное распределение сотрясений, имеющее место в Японии при глубокофокусных землетрясениях, принимавшееся ранее за их особенность, является на самом деле особенностью строения Земли вблизи Японии, что в этой области следует ожидать пород с повышенной жесткостью, что глубина очагов возрастает по мере продвижения в глубь материка от берегов Тихого океана, наконец, что граница Мохоровичича «размыта» в районе Японских островов. Как известно, все это было подтверждено спустя десятилетия выявлением и изучением погружающихся литосферных плит и окружающих их областей верхней мантии Земли. Сочувственно высказался Е. Ф. Саваренский о гипотезе Вегенера. Что касается причин глубокофокусных землетрясений, то из имевшихся представлений он отдал предпочтение гипотезе полиморфных превращений вещества Земли [5, 11], что согласуется и с современными взглядами.

Процесс работы над глубокофокусными землетрясениями, во-первых, пробудил у Е. Ф. Саваренского неодолимый интерес к проблеме изучения внутреннего строения Земли по наблюдениям над сейсмическими волнами, а во-вторых, сформировал любовное, в какой-то мере благоговейное отношение к работе с сейсмограммами, пронесенное им через всю жизнь. Использовались ленты сначала сейсмических станций «Пулково» и «Кучино» (последняя была организована в 1922 г. профессором В. Ф. Бончковским и просуществовала до апреля 1935 г.), а затем и ст. «Москва». Важно отметить, что такое же отношение к сейсмограммам было характерно и для всех классиков сейсмологии первой половины XX в., но, к сожалению, оно в значительной степени утрачено молодым поколением сейсмологов.

В конце 1934 — начале 1935 г. по поручению директора Сейсмологического института П. М. Никифорова Е. Ф. Саваренский вместе с другим научным сотрудником, впоследствии его помощником Н. В. Вешняковым начал опыты по производству сейсмических

наблюдений в Москве, в здании института, располагавшегося в Замоскворечье, в доме № 3 по Пыжевскому переулку. Позднее к этим опытам присоединился и руководитель Е. Ф. Саваренского — профессор В. Ф. Бончковский.

Сначала был установлен только вертикальный сейсмограф Голицына, а затем — несколько горизонтальных сейсмографов. Приборы были сняты с ликвидированной станции «Кучино». С мая нача-

лись постоянные наблюдения; их результаты вошли в Бюллетень сети сейсмических станций СССР, и в результате П. М. Никифоровым было принято решение о создании постоянно действующей сейсмической станции.

Для нее на первом этаже здания была выделена комната с небольшим (6 кв. м) подвалом. К октябрю в комнате были оборудованы регистрационная и проявительская лаборатории и лаборатория, служившая в то же время и кабинетом. Одновременно был переоборудован подвал, и в декабре 1935 г. там окончательно были установлены сейсмографы. В первых числах января 1936 г. сейсмическая станция «Москва», утвержденная как центральная, официально начала свою работу [16]. Е. Ф. Саваренский, деятельность которого была решающей в организации станции, был назначен ее заведующим и беспрерывно занимал этот пост до своей смерти.

Следует обратить внимание, что сейсмической станции принадлежит особое место в жизни и деятельности Е. Ф. Саваренского. Его основные научные работы были написаны именно здесь и в значительной мере на материалах станции. Е. Ф. Саваренский любил работать в своем станционном кабинете, особенно по вечерам и в выходные дни. Сюда приходили для бесед его сотрудники, многочисленные ученики, приезжали сейсмологи из союзных республик; здесь же



Е. Ф. Саваренский  
1936 г.

он любил принимать зарубежных гостей и разнообразные экскурсии (студентов, школьников и пр.). Е. Ф. Саваренский охотно также рассказывал о деятельности станции в прессе, по радио и телевидению.

Создание ст. «Москва» было первым удачным опытом устройства хорошей (приборы эксплуатировались с увеличением около 1000) телесеismicческой станции в центре столичного города<sup>2</sup>. Как выяснилось впоследствии, наблюдавшиеся все же на записях приборов помехи обуславливались в основном наклонами их фундаментов, которые, в свою очередь, вызывались наклонами всего здания в целом. Это особенно было заметно в моменты прихода сотрудников института на работу и их ухода с работы; в меньшей степени помехи наблюдались днем от перемещений по институту и вообще от жизнедеятельности в нем. Все это объяснялось тем, что здание института было построено на плохих грунтах. Буровая скважина во дворе института показала, что ниже культурного слоя до глубины 11 м следуют пески, встречающие на глубине 4 м грунтовые воды и образующие пльвуны. П. М. Никифоров предполагал углубить фундаменты приборов до 11 м, где начинаются трещиноватые известняки, но осуществить это не удалось. Дело ограничилось тем, что в 1940 г. предельно тесное подвальное помещение было расширено сооружением второй камеры, вход в которую был защищен от первой камеры двойной дверью, а приборы удалось изолировать от внешней стены здания.

Сначала перед станцией, а следовательно, и перед Е. Ф. Саваренским была поставлена одна основная задача — производство постоянных seismicческих наблюдений. Эта задача успешно решалась, что подтверждается табл. 1. Предполагалось выпускать ежедекадный бюллетень станции для оперативного обмена наблюдениями со станциями СССР и других стран, но это намерение удалось реализовать лишь в 1945 г., когда стал составляться кварталный машинописный бюллетень и рассылаться на основе обмена в 12 лучших станций мира [11].

По статуту центральной станции и благодаря энергичной и умелой деятельности Е. Ф. Саваренского

<sup>2</sup> Позднее, в 50-е годы, на станции был установлен узкополосный короткопериодный сейсмограф с увеличением порядка 15 000.

**Таблица 1**  
**Число землетрясений, зарегистрированных ст. «Москва»**  
**в 1936–1972 гг. \***

Месяц	Год					
	1936	1937	1938	1939	1940	1941 **
Январь	24	25	26	25	25	20
Февраль	22	29	16	18	24	15
Март	20	23	18	13	27	20
Апрель	32	26	22	19	19	26
Май	27	34	45	34	32	28
Июнь	37	30	29	37	62	31
Июль	30	42	42	41	41	25
Август	33	38	35	35	33	37
Сентябрь	23	29	39	26	22	20
Октябрь	24	15	27	13	22	—
Ноябрь	27	25	69	15	17	—
Декабрь	11	42	43	16	10	—
<b>Итого:</b>	<b>310</b>	<b>358</b>	<b>414</b>	<b>292</b>	<b>334</b>	<b>222</b>

Месяц	Год						
	1942 **	1943	1944	1945	1946	1947	1948
Январь		9	14	17	7	14	16
Февраль	—	3	1	4	9	15	12
Март	—	10	13	18	11	7	15
Апрель	—	16	13	8	15	10	12
Май	—	11	21	24	14	23	32
Июнь	—	24	37	34	22	35	31
Июль	—	13	27	19	30	21	29
Август	—	12	25	25	51	22	33
Сентябрь	—	10	21	20	16	5	25
Октябрь	—	11	20	13	11	10	20
Ноябрь	—	10	8	9	21	21	15
Декабрь	1	11	14	14	10	20	13
<b>Итого:</b>	<b>1</b>	<b>140</b>	<b>214</b>	<b>205</b>	<b>217</b>	<b>203</b>	<b>253</b>

Таблица 1 (продолжение)

Месяц	Год							
	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Январь	12	10	22	14	27	17	23	52
Февраль	15	14	15	12	32	32	23	53
Март	30	12	25	34	32	37	30	63
Апрель	21	24	22	22	29	33	50	36
Май	25	28	40	32	58	61	56	43
Июнь	16	35	23	38	55	34	59	60
Июль	69	56	40	33	51	52	40	52
Август	29	97	35	34	63	70	31	26
Сентябрь	21	45	19	17	36	44	41	29
Октябрь	15	15	53	58	43	32	25	26
Ноябрь	17	20	40	146	31	32	22	36
Декабрь	20	23	13	51	44	27	29	40
Итого:	280	378	347	491	500	479	430	516

Месяц	Год							
	1957 **	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Январь	32	58	61	64	75	82	63	90
Февраль	35	46	41	67	68	52	96	155
Март	103	30	69	114	52	71	88	213
Апрель	68	67	57	64	83	115	107	264
Май	77	55	69	158	105	114	92	173
Июнь	57	47	55	87	144	97	152	108
Июль	23	37	40	112	95	90	93	141
Август	—	56	70	84	101	103	137	125
Сентябрь	—	60	77	102	101	105	188	107
Октябрь	—	58	28	93	85	69	342	154
Ноябрь	—	66	42	76	52	103	183	139
Декабрь	15	62	83	64	73	97	148	131
Итого:	410	642	692	1085	1034	1098	1689	1800



Таблица 1 (окончание)

Месяц	Год							
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Январь	81	103	124	235	118	165	157	122
Февраль	201	108	54	269	101	125	115	130
Март	161	189	107	179	141	145	189	168
Апрель	187	157	176	151	119	176	209	222
Май	139	192	114	180	116	177	177	178
Июнь	152	174	140	192	102	145	168	139
Июль	99	203	160	89	124	174	256	137
Август	190	162	97	174	283	147	176	248
Сентябрь	97	60	173	132	127	122	167	200
Октябрь	85	67	113	90	117	187	97	167
Ноябрь	88	63	124	107	143	107	69	197
Декабрь	118	45	242	102	132	188	82	295
Итого:	1598	1523	1624	1900	1623	1858	1862	2203

\* В 1972 г. функции Центральной сейсмической станции СССР были полностью переданы в obs. «Обнинск».

\*\* В эти годы имели место перерывы в регистрации.

ст. «Москва» с самого начала стала также местом обучения и стажировки персонала сейсмических станций СССР. Персонал станции привлекался для инспекции других сейсмических станций. Так, в 1938 г. Е. Ф. Саваренский был направлен дирекцией для инспекции сейсмических станций Крыма.

С 1938 г. перед станцией была поставлена еще одна задача — испытание и усовершенствование приборов для сейсмических станций СССР. Будучи преимущественно интерпретатором, теоретиком, сейсмологом-физиком, Е. Ф. Саваренский вместе с тем любил работать с приборами. Ему нравилось принимать участие в ежегодных переопределениях постоянных сейсмографов, что обычно занимало несколько дней. Выполнялись им и некоторые самостоятельные приборные разработки. Так, в 1936 г. он закончил создание и испытания приборов для измерения колебаний мола, в 1937 г. вел работы по созданию и выпуску аппаратуры для регистрации колебаний в угольных шахтах. В 1939 г. им была завершена экспериментальная мо-

дель нового сейсмографа. Позднее на станции были проведены опыты по замене пружины регистрира, созданного еще механиком академика Б. Б. Голицына, на груз, а затем на синхронный моторчик, что вошло в повседневную сейсмометрическую практику.

Наконец, еще одна задача, которая всегда стояла перед станцией и которой Евгений Федорович в той или иной форме занимался всю жизнь,— это совершенствование методов интерпретации сейсмических наблюдений.

Этому он уделил внимание, как уже говорилось, при работе над глубоководными землетрясениями. О других работах будет рассказано позже, но, несколько забежая вперед, отметим, что в 1940 г. П. М. Никифоров официально возложил на ст. «Москва» задачу изучения существующих способов обработки и выбор наилучших годографов для интерпретации наблюдений станций СССР. По-видимому, в связи с этим поручением Е. Ф. Саваренский начал работать над годографом времен пробега сейсмических волн для Евразийского, Американского и Тихоокеанского регионов, выявил значимые различия между ними, методом производной годографа попытался найти слои в мантии Земли с усилением и ослаблением роста скорости упругих волн с глубиной и считал возможным говорить о существовании больших горизонтальных неоднородностей в мантии Земли [7].

В другой работе этого же периода он писал так: «...границы раздела внутри Земли могут варьировать от места к месту, то поднимаясь, то опускаясь, не оставаясь симметричными правильными сферами» [9]. Следует подчеркнуть, что Е. Ф. Саваренский был одним из пионеров представлений о горизонтальных неоднородностях мантии Земли и его взгляды опережали общепринятые воззрения того времени.

8 июля 1938 г. Е. Ф. Саваренский был назначен исполняющим обязанности старшего научного сотрудника. В 1938—1941 гг. по совместительству он преподавал математику и теоретическую механику в Институте инженеров гражданского воздушного флота (дирижаблестроительном институте) в качестве старшего преподавателя, а затем доцента.

В конце 30-х годов Е. Ф. Саваренским была подготовлена диссертация на степень кандидата физико-математических наук на тему «Об аналитическом годо-

граф» [6]. Тщательно собрав и систематизировав все полученные с конца XIX в. результаты по соотношению между наблюдаемыми на поверхности Земли годографами объемных сейсмических волн и распространением скоростей волн внутри Земли, он внес свой вклад в это направление. Был рассмотрен слой Земли глубиной до 900 км. В этих пределах, по мнению Е. Ф. Саваренского, имевшиеся фактические данные о нарастании скоростей волн  $P$  и  $S$  с глубиной можно было представить линейной зависимостью. Для этого частного, но важного случая Е. Ф. Саваренским были получены впервые аналитические параметрические представления годографа, значительно упростившие ряд утомительных численных расчетов распределения скоростей сейсмических волн с глубиной.

Справедливость полученных зависимостей Е. Ф. Саваренский проверил следующим образом. Он взял распределение скоростей, полученное Витте по годографу Джеффриса, и аналитически нашел по нему годограф, который лишь немного отличался от исходного годографа Джеффриса (в пределах 0—4 с). Кроме того, по годографу Джеффриса для очага с нулевой глубиной Е. Ф. Саваренский своим способом построил годограф для глубоких очагов и подтвердил его работоспособность на ряде землетрясений.

Диссертация была успешно защищена 25 апреля 1940 г. на ученом совете Физического института АН СССР, заседавшем под председательством академика И. Д. Папалекси. Защита была утверждена в ВАК 18 февраля 1941 г.

В небольшой заметке, опубликованной перед самой войной [8], Е. Ф. Саваренский рассчитал годограф волн  $P$ , отраженных от границы второго рода на глубине 900 км, и постарался найти такие волны на сейсмограммах среднеазиатских станций. В дальнейшем же он относился к границам второго рода очень осторожно [37].

Вообще, как писал сам Евгений Федорович, научными вопросами, связанными с интерпретацией наблюдений и теоретическими вопросами сейсмологии, более интенсивно он стал заниматься с 1940 г.

В ноябре 1941 г., во время битвы за Москву, Сейсмологический институт был эвакуирован в Ташкент, куда вместе с ведущими сотрудниками института (П. М. Никифоров, Д. П. Кирнос, А. Я. Левицкая,

Н. А. Линден, Д. А. Харин и др.) выехал и Е. Ф. Саваренский. Условия в Ташкенте, разумеется, были трудные. Институт разместился в здании консерватории. Чтобы поддержать хотя бы частично непрерывные сейсмические наблюдения, сотрудникам института самим приходилось изготавливать фотобумагу. Е. Ф. Саваренский был назначен исполняющим обязанности заведующего сейсмической станцией «Ташкент» и наряду с текущей работой занимался в это время подготовкой докторской диссертации и углублением своего математического и сейсмологического образования.

В результате им даже была написана статья о неограниченной применимости теоремы С. А. Чаплыгина о дифференциальных неравенствах к линейным уравнениям с частными производными первого порядка, которая была принята к публикации в Докладах АН СССР по разделу «Математика» [13]. Эти полученные Е. Ф. Саваренским результаты вошли впоследствии в фундаментальный труд «Математика в СССР за тридцать лет» [Канторович, Крылов, 1948].

В 1943 г. Е. Ф. Саваренский вернулся в Москву<sup>3</sup>. 22 декабря 1943 г. он был утвержден президиумом АН СССР в звании старшего научного сотрудника.

Быстро была восстановлена нормальная работа ст. «Москва». Е. Ф. Саваренский активно привлекался также к восстановлению сейсмических станций, пострадавших во время войны; так, с этой целью в 1944 г. он был направлен на инспектирование крымских станций. В одной из характеристик, выданных Е. Ф. Саваренскому, отмечалось, что он успешно и в сжатые сроки осуществил восстановление деятельности крымских сейсмических станций, разрушенных немцами. Основные из этих станций (Симферополь, Ялта, Феодосия) возобновили работу в 1946 г. Вообще после 1944 г. вновь оживляется деятельность сейсмических станций страны, расширяется сеть, совершенствуются приборы и методы анализа и интерпретации сейсмических наблюдений — и все это, как правило, проходит предварительную проверку на ст. «Москва». С 1943 г. по поручению П. М. Никифорова Е. Ф. Саваренский привлекался к занятиям и консультациям с аспирантами-сейсмологами.

---

<sup>3</sup> На посту заведующего сейсмостанцией «Ташкент» его сменила М. Н. Колосенко.

В эти годы внимание сейсмологической общественности страны все еще было обращено к разрушительному Гармскому землетрясению, происшедшему 20 апреля 1941 г., в частности к причинам значительных расхождений между макросейсмическим очагом и приборно определенным эпицентром. Поэтому в эти и последующие годы Е. Ф. Саваренский не раз занимался методами определения эпицентров землетрясений.

Так, он предложил изящный графоаналитический способ нахождения эпицентра только по временам вступлений волн  $P$ , даже в том случае если имелись наблюдения всего лишь трех станций, чего до него не делалось. В основе метода лежала идея о нахождении изохрон, связанных в качестве параметра временем в очаге землетрясения [10].

В специальной статье [14] Е. Ф. Саваренский тщательно рассмотрел реально возможную точность определения координат гипоцентра Гармского землетрясения. Оценивались погрешности снятия времен вступления фаз с сейсмограмм, ошибки годографа и влияние неоднородности земной коры, погрешности, вносимые использованием географических координат вместо геоцентрических и неточностью определения глубины гипоцентра, и др. Фазы, которые на записях советских телесейсмических станций принимались как  $pP$ , давали неоднозначную оценку глубины очага: 30 или 70 км. Е. Ф. Саваренский сделал аргументированный и правильный выбор в пользу 30 км. Пользуясь наблюдениями как телесейсмических, так и региональных среднеазиатских станций, он пришел к заключению, что даже при использовании наиболее точных приемов обработки наблюдений того времени отклонение приборного эпицентра от макросейсмического очага могло достигать 35 км (что было не так уж плохо, если учесть, что расхождение между эпицентром, приведенным в Бюллетене сети сейсмических станций СССР, и макросейсмическим очагом составляло сотню километров).

Развивая материалы предыдущей статьи, Е. Ф. Саваренский анализирует, как погрешность годографа сказывается на погрешности искомой зависимости скорости продольных волн от глубины. Ошибки определения глубины проникновения сейсмического луча были оценены им в  $\pm 10$  км на глубине 300 км и  $\pm 50$  км на



**Е. Ф. Саваренский**  
1947 г.

Сейсмическая станция «Москва»

границе земного ядра, а погрешность скорости — соответственно в 0,06 и 0,10 км/с при отсутствии особых точек годографа [15].

Все же в послевоенные годы основные интересы Е. Ф. Саваренского были сосредоточены на проблеме использования для изучения внутреннего строения Земли углов выхода сейсмических лучей, как более чуткого индикатора особенностей скоростного разреза среды по сравнению с временем пробега объемных волн. Этой проблемой перед смертью начал заниматься академик Б. Б. Голицын, и работы Е. Ф. Саваренского стали продолжением его исследований. Для получения достоверных углов выхода необходимо было иметь трехкомпонентную установку из строго идентичных сейсмографов. Для достижения такой идентификации Е. Ф. Саваренский совместно с Е. Е. Петренко предложил новый подвес взамен цольнеровского для горизонтальных маятников Голицына [17]. Это позволило провести в 1946—1948 гг. дооборудование ст. «Москва», снабдив ее специальной угломерной установкой.

Другой подготовительной мерой к новой большой работе была оценка производных годографов волн  $P$  и  $S$  на расстояниях 12—64° путем сопоставления времен



**Сотрудники кафедры сейсмологии и физики земной коры физического факультета МГУ, начало 50-х годов**

Слева направо: профессор В. Ф. Бончковский, Т. А. Проскуракова, Е. Ф. Саваренский, Н. В. Вешняков

прихода волн от 34 землетрясений 1935—1941 гг. на станции «Москва» и «Пулково» и сопоставления производных с углами выхода, измеренными Б. Б. Голицыным, а также сравнения годографов, получаемых интегрированием производных, со среднемировыми годографами Джеффриса—Буллена [19, 21].

Еще одна «проба пера» состояла в изучении совместно с Ф. И. Монаховым азимутов и углов выхода по наблюдениям среднеазиатских станций «Оби-Гарм» и «Душанбе» [20, 21], оборудованных новыми сейсмографами Кирноса. При этом по замеренным углам выхода удалось отделить очаги, расположенные в верхней мантии, от очагов, залегающих в земной коре. Были обнаружены и проинтерпретированы азимутальные аномалии.

В декабре 1947 г. Е. Ф. Саваренский сделал доклад «Направление выхода сейсмических лучей и исследование строения Земли» на общем собрании Отделения физико-математических наук АН СССР.

С 1945 г. Е. Ф. Саваренский начал по совместительству читать курс лекций по сейсмологии на вновь организованной кафедре сейсмологии и физики земной

кору (ныне кафедра физики Земли) физического факультета МГУ в качестве старшего преподавателя. Кафедру возглавлял профессор В. Ф. Бончковский; другим старшим преподавателем, читавшим лекции по сейсмологии, был Д. П. Кирнос [158]. Евгений Федорович всегда тщательно готовился к лекциям, хотя студентов могло быть и немного. Свои первые лекции он читал лишь двум студенткам: С. Д. Коган и Н. В. Кондорской. Его лекции отличались свежестью и четкостью изложения, ясностью и конкретностью физического смысла, строгой теоретической обоснованностью. Каждая лекция сопровождалась собеседованием. Курс лекций впитал весь большой багаж знаний, накопленных к тому времени Е. Ф. Саваренским. Этот курс послужил основой для выпущенной Е. Ф. Саваренским совместно с Д. П. Кирносом в 1949 г. монографии «Элементы сейсмологии и сейсмологии» [22]<sup>4</sup>. Монография стала крупным событием в жизни не только советской, но и международной сейсмологии и была переведена на английский, немецкий, китайский, румынский и грузинский языки. Для многих поколений советских сейсмологов монография стала настольной книгой и не утратила своего значения и до наших дней.

22 октября 1947 г. Е. Ф. Саваренский был утвержден в должности старшего научного сотрудника.

Еще до войны Е. Ф. Саваренский был женат. В 1944 г. Евгений Федорович женился повторно. В 1945 г. родился сын Владимир, в 1948 г. — дочь Ольга. Этот брак тоже распался, и практически всю жизнь Евгений Федорович прожил без семьи, стараясь в то же время максимально заботиться о детях.

Самые добрые отношения были у Е. Ф. Саваренского с младшей сестрой Т. Ф. Саваренской, которая окончила Московский архитектурный институт, а затем заведовала там кафедрой истории архитектуры и градостроительства и написала ряд учебников для вузов [Бунин, Саваренская, 1971, 1979; Саваренская, 1984].

Осенью 1944 г. скончался П. М. Никифоров и директором Сейсмологического института был назначен профессор В. Ф. Бончковский. Осенью 1947 г. Сейсмо-

---

<sup>4</sup> Второе, переработанное издание монографии вышло в свет в 1955 г. [39].



логический институт был объединен с Институтом теоретической геофизики АН СССР в Геофизический институт АН СССР, директором которого был утвержден академик О. Ю. Шмидт. В 1948 г. его сменил на этом посту член-корреспондент АН СССР Г. А. Гамбурцев.

В новом институте сейсмологии было отведено сравнительно скромное место. Был создан отдел общей сейсмологии во главе с В. Ф. Бончковским, перед которым были поставлены задачи изучения землетрясений, в том числе механизма их возникновения, микросейсм, наклонов земной поверхности, внутреннего строения Земли по сейсмологическим данным, разработки методов сейсмических наблюдений и осуществление сейсмической службы. В отдел входили сейсмометрическая лаборатория, Центральная сейсмическая ст. «Москва», семь других телесеизмических станций и 14 региональных станций, группа обработки сейсмических наблюдений, лаборатория полевых стационарных наблюдений. Имелся еще отдел экспериментальной сейсмологии, но он занимался вопросами сейсмической разведки. В стенах нового института успешно продолжилась творческая и производственная жизнь Е. Ф. Саваренского.

Основные итоги деятельности Е. Ф. Саваренского на первом этапе можно сформулировать следующим образом:

— создание первоклассной телесеизмической ст. «Москва» и успешное заведование ею;

— активное, творческое освоение накопленных в стране и за рубежом сейсмологических знаний, особенно по изучению внутреннего строения Земли на основе годографов объемных волн (по этой теме им была защищена кандидатская диссертация) и методов определения гипоцентров землетрясения;

— создание курса лекций по сейсмологии и подготовка монографии «Элементы сейсмологии и сейсмометрии».

## Глава 2

### Работа в Геофизическом институте АН СССР (1948—1956 гг.)

Прошел лишь год с момента создания Геофизического института, как тяжелое испытание показало, что его сейсмологические подразделения, и прежде всего сейсмическая служба страны, не соответствуют задачам дня. В ночь с 5 на 6 октября 1948 г. сильное землетрясение почти полностью разрушило столицу Туркменской ССР Ашхабад, что привело к многочисленным жертвам. Все средства связи вышли из строя. Правительство и народ страны узнали о случившемся не сразу и не от сейсмологов.

Е. Ф. Саваренский откликнулся на случившееся публичным выступлением [23] и научной статьей. В последней, написанной совместно с Н. А. Линден и С. И. Масарским спустя четыре года после землетрясения, проведено тщательное определение координат гипоцентра землетрясения, в результате чего приборный эпицентр был хорошо увязан с макросейсмическим очагом, сделан обзор сейсмичности Туркмении, в частности обращено внимание на сейсмичность Туранской плиты (проявившей себя в 70-е годы разрушительными Газлийскими землетрясениями), приведены данные о повторных толчках землетрясения [31].

В начале 1949 г. было принято правительственное постановление (в подготовке которого Е. Ф. Саваренский принимал участие), предусматрившее значительное расширение и организационное укрепление работ в области сейсмологии и сейсмостойкого строительства, в том числе значительное увеличение в СССР числа сейсмических станций и оснащение их более современной аппаратурой. На сейсмологов была возложена важная оперативная задача — срочно (в течение нескольких часов) оповещать правительство страны о

происходящих на территории СССР сильных землетрясениях. Для общего руководства работами в области сейсмологии и координации их с работами по сейсмостойкому строительству при президиуме АН СССР был учрежден Совет по сейсмологии. Научное руководство исследованиями в области сейсмологии было возложено на Геофизический институт [Кирнос и др., 1961].

Ответственность за расширение и укрепление сейсмической службы была возложена на Е. Ф. Саваренского. В связи с этим он выступил с программной публикацией [24].

Еще в 1944—1945 гг. в качестве одной из ведущих проблем, решаемых Сейсмологическим институтом, было выдвинуто изучение механизма разрушительных землетрясений и процесса их подготовки. Внимание к этому обострилось после Ашхабадского землетрясения. Правительством в 1949 г. в качестве основных проблем сейсмологии была выдвинута разработка методов прогноза разрушительных землетрясений и сейсмическое районирование территории СССР.

Все это не могло пройти мимо Е. Ф. Саваренского. Если раньше он любил подчеркивать в своих публикациях, развивая традиции классиков сейсмологии конца XIX — начала XX в., что основная задача этой науки — изучение внутреннего строения Земли по телесеismicким наблюдениям, то теперь он взглянул на ситуацию по-новому. Е. Ф. Саваренский отмечал [24, 35, 41, 58 и др.], что перед советской сейсмологией встали новые практические и научные задачи, что требуется обоснованное и детальное сейсмическое районирование территории СССР и точное знание законов колебаний почвы при разрушительных землетрясениях, без чего невозможно рациональное строительство сейсмостойких сооружений. Он подчеркивал, что актуальной проблемой сейсмологии являются обнаружение предвестников сильных землетрясений и разработка способов предсказания сильных землетрясений. Это была перспективная программа дальнейшей деятельности Е. Ф. Саваренского и в еще большей мере возглавлявшихся им коллективов, которую он и постарался воплотить в жизнь в меру своих возможностей.

Задачу реорганизации сейсмической службы Е. Ф. Саваренский не сводил только к увеличению числа сейсмических станций и замене старых приборов на новые, а понимал шире. Он обращал внимание на

то, что точность определения момента прихода сейсмических волн должна быть доведена до 0,1–0,2 с, так как это дает возможность определения положения гипоцентров с ошибкой 1–2 км. Писал, что станции должны быть оснащены как малочувствительной аппаратурой для записи колебаний почвы при изучении разрушительных и сильных землетрясений, так и аппаратурой высокой чувствительности для детального изучения сейсмичности, что необходима разработка автоматических сейсмических станций длительного действия (что не сделано до сих пор). Его предположение, что «спусковым механизмом» землетрясения могут быть вариации барометрического давления [24], было развито впоследствии [Сытинский, 1987].

В мае 1949 г. Е. Ф. Саваренский был назначен исполняющим обязанности заведующего отделом сейсмологии и сейсмической службы Геофизического института, созданным на базе группы обработки сейсмических наблюдений и Центральной сейсмической станции «Москва». 25 января 1950 г. он был утвержден в этой должности. В то время отдел состоял из 20 человек, руководил работой 23 сейсмических станций Геофизического института и обобщал наблюдения в общей сложности 31 станции.

За три года, с 1949 по 1953 г., сотрудниками отдела была проведена огромная работа: создано и оснащено приборами более 30 новых сейсмических станций, в результате чего общее число станций в стране достигло 63, т. е. почти удвоилось.

По инициативе Е. Ф. Саваренского началось восстановление сейсмической станции «Пулково», которая была основательно разрушена во время Великой Отечественной войны, так как вблизи Пулковских высот проходила линия фронта. Евгений Федорович собственноручно провел первую стандартную настройку сейсмографов Голицына в восстановленной станции.

Несение возложенной на сейсмическую сеть страны службы срочных донесений о сильных землетрясениях потребовало проведения серьезных организационных и технических мероприятий. Был разработан специальный сигнализатор, который на ст. «Москва» был задействован в 1949 г. [56]. Одновременно было введено круглосуточное дежурство наблюдателей. В случае возникновения сильного землетрясения и срабатывания сигнализатора дежурный, срочно обрабатывая сейсмо-

граммы, вместе с тем должен был вызвать на станцию Евгения Федоровича, жившего неподалеку, независимо от времени суток. И каждый раз у сейсмограмм возникали содержательные и оживленные дискуссии. Аналогичные мероприятия были проведены на станциях «Пулково», «Свердловск», «Ташкент» и др.

Сжатые сроки строительства большого числа новых станций имели и обратную сторону. Предварительно не изучался фон сейсмических помех на площадках строительства; многие станции возводились на плохих грунтах, в результате чего приходилось существенно снижать коэффициент увеличения сейсмографов. Откликаясь на сложившуюся ситуацию, Е. Ф. Саваренский провел теоретическое исследование влияния грунтовых условий на сейсмические и наклономерные наблюдения [32]. Исходя из общих положений теории упругости, сопротивления материалов и отчасти инженерной геологии, он показал, что амплитуда фоновых сейсмических колебаний в зависимости от свойств грунтов может варьировать в пределах трех порядков. Вывод частично иллюстрировался записями станций «Ялта», «Феодосия» и «Ленкорань». Попутно отмечалось, что бетонные фундаменты, сооружаемые под сейсмографы, обладают периодами собственных колебаний не более нескольких сотых долей секунды и не вносят искажений в наблюдения станций. Количественное рассмотрение влияния наклонов на записи горизонтальных маятников позволило дать рекомендацию избегать сооружения подвалов для сейсмических станций в водонасыщенных грунтах даже в виде водонепроницаемых коробок.

Удвоение в короткий срок числа сейсмических станций в СССР и привлечение к сейсмической службе многих новых людей, как правило, без специального сейсмологического образования обострили вопрос и о повышении квалификации сейсмологов-наблюдателей. С этой целью в апреле 1949 г. и марте—апреле 1950 г. в Москве были проведены съезды заведующих сейсмическими станциями, в которых активное участие принял Е. Ф. Саваренский. Однако одним из наиболее эффективных способов решения этой задачи Евгений Федорович считал скорейшую подготовку «Руководства по производству и обработке наблюдений на сейсмических станциях СССР». К этой актуальной работе были привлечены основные сотрудники отдела:

Н. В. Вешняков, Д. П. Кирнос, А. Я. Левицкая, Н. А. Линден, Д. А. Харин, а также Г. П. Горшков. Первая часть Руководства вышла в свет в 1952 г. [27]. Евгений Федорович был редактором Руководства и написал для него главу «Сейсмические волны».

В 1954 г. была опубликована вторая часть Руководства, посвященная обработке наблюдений группы сейсмических станций [34]. В подготовке этой книги, помимо Е. Ф. Саваренского, который был также и редактором, участвовали В. Т. Архангельский, Н. А. Введенская, В. Н. Гайский, Д. П. Кирнос, А. Я. Левицкая, И. Л. Нерсесов, Е. А. Розова, М. К. Чернявкина, Д. А. Харин. Во введении к Руководству Евгений Федорович был вынужден остановиться на различии понятий гипоцентр и очаг землетрясения, которые он иногда раньше смешивал. Для Руководства им были написаны параграфы, посвященные годографу, идентификации вступающих волн, способам определения гипоцентра близкого землетрясения.

Загрузка производственной и организационной деятельностью, связанной с расширением и реорганизацией сейсмической службы, не помешала Е. Ф. Саваренскому выполнить в этот и последующий периоды разнообразные научные исследования. 27 апреля 1949 г. он успешно защитил диссертацию на тему «Об углах выхода сейсмической радиации и некоторых смежных вопросах» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук на ученом совете Геофизического института, председателем которого был Г. А. Гамбурцев, а ученым секретарем Ю. Д. Буланже. Защита была утверждена в ВАК 11 февраля 1950 г.

В диссертации [28; Новые работы..., 1950] дана история вопроса, подробно рассмотрен процесс отражения продольных и поперечных волн от поверхности Земли, сосчитаны поправки для вычисления истинного угла выхода по кажущемуся в случае полупространства, обсуждены возможные соотношения углов выхода волн  $P$  и  $pP$ , рассмотрено распространение продольной волны в слое и найдены поправки к кажущемуся углу выхода за поверхностный слой, оценена минимальная толщина влияющего слоя, рассмотрены искажения, вносимые сейсмографом в регистрируемую компоненту смещения, с учетом влияния начальных условий, описано определение угла выхода по записям сейсмографов Голицына, показана необходимость определения

углов выхода по первым вершинам записей волн  $P$ , описаны приемы идентификации приборов для их подготовки к наблюдениям над углами выхода и пр.

Просмотрев все сейсмограммы ст. «Москва» за 1935—1941 гг., Е. Ф. Саваренский смог измерить только 52 угла выхода, и ввиду большого разброса данных эти измерения не интерпретировались с точки зрения внутреннего строения Земли. Но попытка сделать это была предпринята по отношению примерно к 250 углам выхода, замеренным З. Г. Вейс-Ксенофонтовой в 1913—1941 гг. на ст. «Свердловск», и примерно к 200 углам, замеренным на ст. «Пулково» в 1912—1913 и 1925—1941 гг. Б. Б. Голицыным и его последователями. Несмотря на очень большой разброс данных, Е. Ф. Саваренский пришел к выводу о существовании зигзага кривой углов выхода, что соответствует известной петле годографа волн  $P$  на эпицентральной дистанции порядка  $20^\circ$ . Построенные скоростные разрезы, однако, малоудовлетворительно согласовывались с разрезом Джеффриса—Буллена.

Обнаруженное в процессе исследования рассеяние углов выхода намного превышало ошибки, связанные с неидентичностью приборов. Е. Ф. Саваренский сделал важный вывод, что на величину кажущегося угла влияют совместно строение земной коры под сейсмической станцией и временная функция смещения среды в приходящей волне. При наличии на станции только одного комплекта приборов Голицына эту проблему исследовать, конечно, было трудно. Попытка сопоставить углы выхода с периодом первого вступления ничего не дала. Первое вступление Е. Ф. Саваренский рассматривал как результат наложения почти непрерывно следующих друг за другом волн, возникающих вследствие слоистости верхних частей земной коры. Обычными приемами регистрации эти волны не различимы, так как они накладываются друг на друга спустя очень короткие промежутки времени. Были проведены эксперименты по замеру азимутов и углов выхода сейсмических лучей в функции времени за промежуток от вступления волны до первого максимума и обнаружено, что значения углов выхода в отличие от азимутов быстро уменьшаются с течением времени. Можно сказать, что в процессе выполнения докторской диссертации проявился разносторонний подход Евгения Федоровича к изучению глубинного строения Зем-

ли, объединивший тщательную подготовку эксперимента и глубокий анализ его результатов.

Интерес к углам выхода сейсмической радиации, азимутам, восстановлению истинного вида движений земной поверхности и анализу его формы Е. Ф. Саваренский сохранил на всю жизнь и не раз возвращался к этим вопросам в своих дальнейших публикациях. Так, например, в работе, совместной с И. В. Айвазовым [62], ученый вновь рассмотрел проблему большой дисперсии наблюдаемых углов выхода. Исследовал предположение, что эта дисперсия вызвана значительными вариациями длин объемных волн. Была выведена формула, связывающая кажущийся угол выхода, эпицентрального расстояние, производную годографа и пластовую скорость поперечной волны на интервале ее длины. Для охвата всего дисперсного облака наблюдаемых кажущихся углов выхода понадобилось учитывать пластовые скорости волн  $S$  до глубины 1200 км (что соответствует периодам волн, далеко выходящих за полосу пропускания сейсмографов Голицына).

В другой работе [66, 74], выполненной также совместно с И. В. Айвазовым, были определены азимуты и углы выхода по наблюдениям над средиземноморскими землетрясениями 24 и 25 апреля 1957 г. с совпадавшими очагами. По наблюдениям станций СССР, оснащенных сейсмографами Кирноса, определены 22 азимута и углы выхода. Результаты сопоставлены с азимутами и с кривыми углов выхода, построенными по годографу Джеффриса—Буллена с учетом и без учета земной коры. Из сопоставления фактических наблюдений с результатами расчетов для скорости поперечных волн получено 3,3 км/с, что отвечает верхнему слою земной коры.

Вычисление углов выхода сейсмической радиации в конечном счете было направлено на изучение внутреннего строения Земли, и эта проблема постоянно занимала Е. Ф. Саваренского. В 1955 г. он публикует интересный обзор представлений о строении Земли, существовавших в то время [37], с добавлением некоторых собственных результатов. Так, он определил, что модуль сдвига в ядре Земли должен составлять 70% от его величины в оболочке Земли над ядром. Получил аналитические выражения, связывающие изменения с глубиной плотности вещества и модуля сжатия, и увязал их с предложенным М. С. Молоденским рас-



пределением плотности внутри Земли. Главное же, он построил по годографу Джеффриса—Буллена кривую отношения амплитуд волн  $PP$  к амплитудам волн  $P$  и, опираясь на нее и некоторые другие соображения, выступил с критикой представлений Б. Гутенберга о существовании в оболочке Земли на глубинах 1200, 1700, 2300 км границ второго рода. Е. Ф. Саваренскому представлялось, что на самом деле здесь существуют тонкие переходные слои. Этот вывод Евгений Федорович относил к числу своих важнейших достижений.

В работе [38], написанной совместно с Т. В. Маториной и С. Ф. Обориной, был построен годограф для глубокофокусного Гиндукушского землетрясения 6 января 1951 г. до эпицентрального расстояния 5000 км. Полученное распределение скорости продольных волн с глубиной отличалось от аналогичной зависимости Джеффриса—Буллена лишь в пределах погрешностей измерений и расчетов.

Продолжал в описываемый период времени Е. Ф. Саваренский заниматься и совершенствованием методов определения гипоцентра и других параметров землетрясения по наблюдениям сейсмических станций. Так, он предложил графический способ определения момента возникновения землетрясения и отношения скоростей продольных и поперечных волн по моментам вступления прямых волн  $P$  и  $S$ , не требующий знания скоростей распространения сейсмических волн, строения земной коры и глубины сейсмического очага [29], а в работе [30] — графический способ определения эпицентра землетрясения, основанный на разности времен прихода на ряд станций волн, преломленных на границах раздела в земной коре.

В связи с развитием экспедиционных сейсмологических наблюдений, особенно после Ашхабадского землетрясения, с применением сейсмографов регионального типа погрешность определения времени прихода основных сейсмических фаз уменьшилась до 0,2 с, и при определении гипоцентров землетрясений рутинными способами стали сказываться неоднородности строения среды под станциями. Ввиду этого Е. Ф. Саваренским совместно с В. С. Ненилиной [40] был предложен метод, использованный при экспедиционных наблюдениях на юго-западе Туркмении. Наблюдавшиеся времена прихода сейсмических волн с учетом известного геоло-

гического строения редуцировались на глубину 10 км, после чего применялся метод Вадати.

В начале 50-х годов Е. Ф. Саваренский предложил обобщить рациональным образом все наблюдения сейсмических станций страны и составить «Атлас сейсмичности СССР» [33, 35, 41]. Этот призыв созрел не без влияния двух обстоятельств. Во-первых, в возглавлявшийся Е. Ф. Саваренским отдел непрерывно обращались различные народнохозяйственные организации с просьбой дать справки о сейсмичности того или иного района страны, что отрывало сотрудников отдела от текущих обязанностей. Подготовка Атласа по этой причине казалась крайне желательной. Во-вторых, был хороший пример перед глазами в виде известной монографии Б. Гутенберга и Ч. Рихтера «Сейсмичность Земли».

Набросок плана Атласа был опубликован Е. Ф. Саваренским в 1954 г. [33] (и, полезно отметить, был переведен на японский язык). В нем говорилось о необходимости классификации землетрясений по некоторой достоверной интенсивности. Выделялись зоны: Карпатская, Крымская, Кавказская, Копетдагская, Среднеазиатская, Байкальская, Дальневосточная, которые с другими дополнительными зонами и вошли в конечном счете в Атлас. В обзоре затрагивались некоторые геотектонические предпосылки возникновения землетрясений, что было новой тематикой для Е. Ф. Саваренского.

Позднее Е. Ф. Саваренский выдвинул два ведущих принципа построения карт Атласа: 1) трезвая классификация эпицентров землетрясений по точности их определения с отбрасыванием всех ненадежных результатов<sup>1</sup>; 2) классификация землетрясений по энергии (практически по магнитуде [41]), что и было впоследствии реализовано.

К работе над Атласом Е. Ф. Саваренский привлек основных сотрудников своего отдела и, что не менее важно, большой коллектив сейсмологов с мест. Это было закреплено решением специального совещания, проведенного под руководством Е. Ф. Саваренского в Геофизическом институте 16–25 ноября 1953 г. [35]. В работе над Атласом приняли участие 45 человек.

---

<sup>1</sup> Сказывались, в частности, уроки Гармского землетрясения 1941 г.

В Москве наибольший вклад был внесен Н. А. Введенской, взявшей на себя полностью такой сложный регион, как Средняя Азия, и бывшими сотрудницами Б. Б. Голицына — Н. А. Линден и А. Я. Левицкой; из местных сейсмологов можно упомянуть о таких известных специалистах, как А. А. Тресков, Е. И. Бюс, Е. А. Розова, Е. М. Бутовская, А. Д. Цхакая, В. Н. Гайский и др.

Работа шла медленно, с преодолением многочисленных и разнообразных препятствий. Меня к работе над Атласом Е. Ф. Саваренский привлек в 1956 г., после того как я окончил аспирантуру Геофизического института, защитил кандидатскую диссертацию и был принят на работу в Институт физики Земли АН СССР. Надо сказать, что рукопись Атласа оказалась в очень «сыром» состоянии. Понадобилось пять лет кропотливого труда, чтобы выверить и исправить координаты гипоцентров и магнитуды землетрясений, довести Атлас до вида, пригодного для опубликования. В 1962 г. он вышел в Издательстве АН СССР под названием «Атлас землетрясений в СССР» [108]. Годом раньше там же была опубликована отделившаяся от Атласа его текстовая часть в виде монографии «Землетрясения в СССР» (отв. редакторы Е. Ф. Саваренский, И. Е. Губин, Д. А. Харин).

В процесс доработки рукописи Атласа Е. Ф. Саваренский не вникал. Вместе с тем он всегда оперативно и умело решал узловые вопросы, связанные с подготовкой Атласа. Так, мне памятно заседание в издательстве, где обсуждался вопрос о картографической основе Атласа и где Е. Ф. Саваренский настоял на замене стандартных карт рельефа, на которых подавлялась сейсмологическая нагрузка, на специальные карты с обобщенным и «приглушенным» рельефом, что и было сделано.

Работа над Атласом оказала глубокое влияние на развитие сейсмологии в СССР. Она позволила организовать повсеместный учет точности эпицентров, дать оценку представительности наблюдений, способствовала внедрению шкалы магнитуд, составлению многочисленных региональных каталогов и карт землетрясений и т. д. Продолжением Атласа стали ежегодники «Землетрясения в СССР», выпускаемые с 1962 г. под редакцией (в разные годы) Н. А. Введенской, Н. В. Кондорской, Н. В. Шебалина и И. В. Горбуновой.

Е. Ф. Саваренский считал Атлас одной из главных заслуг своей жизни. В 1962—1963 гг. Атлас представлялся на соискание Ленинской премии. Отдельным вопросам, связанным с работой над Атласом, посвящены многочисленные публикации Е. Ф. Саваренского [33, 35, 46, 47, 49, 54, 55, 60, 84, 85, 104, 157].

Еще в разгаре было осуществление мероприятий, вызванных к жизни Ашхабадским землетрясением, как страна испытала новую катастрофу: в ночь с 4 на 5 ноября 1952 г. после землетрясения на восточное побережье Камчатки и Курильских островов на протяжении 800 км — от Кроноцкого полуострова до о-ва Шидан — нахлынул вал высотой в среднем 8 м. Оказавшийся в этой полосе город Северо-Курильск и ряд поселков были смыты почти полностью вместе с жителями.

Это были волны цунами, которые ранее в нашей стране практически не изучались. Е. Ф. Саваренский со свойственным ему глубоким патриотизмом и острым чувством гражданского и профессионального долга немедленно откликнулся на случившуюся беду. Во-первых, при Совете по сейсмологии им была создана и возглавлена комиссия по цунами с целью разобраться в этом явлении. К работе комиссии и вообще к работам по проблеме цунами были привлечены такие ведущие ученые, как академики М. А. Лаврентьев и В. В. Шулейкин, чл.-корр. АН СССР (впоследствии академик) Л. М. Бреховских, чл.-корр. АН СССР Л. П. Сретенский, профессор П. П. Безруков (впоследствии чл.-корр. АН СССР), профессора В. И. Влодавцев, А. Д. Добровольский, В. П. Зенкович, Д. П. Киринос, А. Е. Святловский, Г. Б. Удинцев и др. В результате уже через три с половиной года вышел в свет первый в СССР сборник статей по цунами, в котором заглавная статья была написана Е. Ф. Саваренским [52]. В ней были изложены основные представления о явлении цунами, с которыми при некоторой корректировке можно согласиться и сейчас. Были сформулированы также задачи районирования Тихоокеанского побережья по опасности цунами (цунамирайонирования) и создания службы оповещения населения побережья о приближении цунами с указанием принципов построения такой службы.

С поразительной энергией Е. Ф. Саваренский вместе с всего лишь одним помощником — молодым спе-

**Е. Ф. Саваренский** проводит совещание по проблеме цунами, Южно-Сахалинск, 1957 г.

циалистом Т. В. Маториной — взялся за реализацию намеченного плана. Он добился привлечения к службе оповещения о цунами Гидрометеослужбы СССР. В 1956 г. было принято подготовленное Е. Ф. Саваренским правительственное постановление об организации службы предупреждения о цунами [68, 97а], которая начала работать в 1959 г. и функционирует до сих пор в пока мало изменившемся виде. Тогда же была составлена предварительная схема цунамирайонирования Курило-Камчатского побережья [83].

Заслуга Е. Ф. Саваренского состоит также в том, что он принял участие в изучении Камчатского цунами 1952 г. и с коллективом соавторов подготовил монографическое описание этого выдающегося природного события [69].

В описываемый период времени продолжалась и успешная преподавательская деятельность Е. Ф. Саваренского в МГУ. В 1950 г. после защиты докторской диссертации Е. Ф. Саваренский был утвержден в звании профессора. После завершения строительства нового здания университета в 1954 г. он затратил много сил и внимания для подготовки помещения кафедры физики земной коры и сейсмологии в новом здании и оснащения кафедры современной аппаратурой и оборудованием.

В 1957—1958 гг. СССР, как и большинство других стран, проводил разнообразные исследования по программе Международного геофизического года (МГГ). Подпрограмма сейсмологических исследований была обсуждена на третьей ассамблее специального комитета по проведению МГГ, состоявшейся в Брюсселе (Бельгия) в октябре 1955 г. На ней была организована рабочая группа по сейсмологии во главе с чл.-корр. АН СССР В. В. Белоусовым, которая наметила основ-



ные задачи исследований. Е. Ф. Саваренский принял в ассамблее активное участие и изложил в печати программу работ [48]. Были намечены следующие задачи.

1. Изучение сейсмичности в труднодоступных и малоизученных в сейсмическом отношении районах, в первую очередь в Антарктике, а также в Арктике, экваториальной и тропической зонах.

2. Изучение микросейсм и их связей с метеорологическими явлениями в океане: тайфунами, циклонами, штормами.

3. Исследование строения земной коры сейсмическими методами.

Особенно активно Е. Ф. Саваренский включился в решение второй задачи — исследование микросейсм и их использование для локации циклонов. В этой работе он опирался в основном на сотрудников Московского и Ленинградского университетов. В составленном коллективном обзоре [42] Евгений Федорович напоминал, что еще Б. Б. Голицын высказывал надежды на разработку способа предсказания циклонов по усилению микросейсм, что определение положения циклонов над океанами на основании микросейсм с периодом 3—9 с осуществляется в США, Индии и других странах.

Там же были изложены основы теории возбуждения микросейсм стоячими морскими волнами, предложенной Лонге-Хиггинсом, разъяснен метод определения фронта проходящей волны по сдвигу фаз, наблюдаемых на трех станциях, приведены примеры определения направления на области низкого давления в Атлантике по наблюдениям с тройных станций, организованных в Крыму (в Симферополе) и под Ленинградом (в Пулково).

По инициативе Е. Ф. Саваренского к практическому внедрению и использованию этого метода, помимо двух университетов, была привлечена Гидрометеослужба СССР.

Еще в 1956 г. Московским университетом была разработана специальная аппаратура [158], а Гидрометеослужбой организованы шесть «трехточечных» станций для локации по микросейсмам тайфунов и циклонов в Атлантическом и Тихом океанах [58], в том числе станции в Баренцбурге (о-в Шпицберген), Выборге, Пулково, Симферополе, Южно-Сахалинске. Наиболее значительное время работали тройные станции

в Пулково и Симферополе. Вертикальные сейсмографы с пиковым увеличением 15 000—20 000 на периоде 5,5 с были расставлены в вершинах треугольников со сторонами 600—1500 м. Запись колебаний велась на фотобумаге со скоростью 15—20 мм/с, что позволяло вычислять относительные фазовые сдвиги на записях с погрешностью не больше 0,03 с.

Описываемый метод, однако, себя не оправдал, и станции спустя некоторое время были закрыты. В дальнейшем же развитие спутниковых наблюдений сделало в принципе излишним применение менее информативного и менее надежного сейсмического метода.

Что же касается теории Лонге-Хиггинса, то Е. Ф. Саваренский не раз охотно к ней возвращался. Так, в небольшой заметке [65], написанной с сотрудниками сейсмостанции «Рыбачье», эта теория используется для объяснения наблюдаемого на станции усиления короткопериодных (1,5—3,0 с) микросейсм спустя примерно 9 ч после усиления ветра над оз. Иссык-Куль. Было предположено, что необходимые для теории стоячие волны образуются в результате интерференции прямых озерных волн и отраженных от крутых северо-западного и юго-западного берегов озера. Количественный расчет позволил прийти к параметрам микросейсм, соизмеримым с наблюдавшимися.

Подводя итог изложенному выше, можно сказать, что за описываемый непродолжительный период Е. Ф. Саваренский добился очень многого. К его основным результатам можно отнести следующее:

— реорганизацию сейсмической службы СССР и обеспечение ее необходимыми методическими пособиями (Руководство и пр.);

— завершение докторской диссертации и выполнение ряда интересных исследований по внутреннему строению Земли;

— постановку работ над «Атласом землетрясений в СССР»;

— создание службы предупреждения о цунами на Дальнем Востоке страны.

Такая продуктивная деятельность объяснялась в первую очередь личными качествами Евгения Федоровича, но не меньшее значение имела деловая и творческая обстановка, созданная в Геофизическом институте его дирекцией.

## Глава 3

---

### Исследования поверхностных сейсмических волн

В июне 1955 г. скоропостижно скончался Г. А. Гамбурцев. Это произошло во время заседания президиума АН СССР, где он докладывал проект разделения Геофизического института на Институт физики Земли (ИФЗ), Институт физики атмосферы и Институт прикладной геофизики.

Проект был претворен в жизнь. Исполняющими обязанности директора Института физики Земли в первые годы были Е. С. Борисевич и Е. В. Карус. В 1963 г. был утвержден новый директор института.

4 января 1963 г. возглавлявшийся Е. Ф. Саваренским отдел был разделен на два: отдел (позднее лаборатория) общей сейсмологии, оставленный за Евгением Федоровичем, и отдел сейсмической службы, руководителем которого была назначена Н. В. Кондорская.

Это произошло как по внутриинститутским причинам, так и в связи с развитием системы сейсмических наблюдений в СССР. Увеличилось число местных сейсмологических подразделений и принадлежавших им сейсмостанций. Снижалась относительная доля станций ИФЗ в общей сети сейсмостанций. Обострилась проблема сохранения унифицированного производства сейсмических наблюдений и их обработки. Она обсуждалась с 1960 г. Советом по сейсмологии АН СССР, возглавлявшимся в то время Е. Ф. Саваренским. В результате было принято решение о создании Единой системы сейсмических наблюдений (ЕССН).

Процесс деления отдела был длительным, сложным и, естественно, болезненным для Евгения Федоровича. Подводя итоги своей деятельности во главе советской сейсмической службы, Е. Ф. Саваренский отмечал [113], что в 1949—1959 гг. число станций в СССР возросло в 3 раза. Организована служба срочных донесений о землетрясениях. С 1956 г. на ст. «Москва» стал



составляться ежедекадный предварительный сейсмический бюллетень (в дополнение к сводным квартальным), который распространялся внутри СССР и рассылался в 15 зарубежных центров.

Несмотря на происшедшие изменения, Е. Ф. Саваренский продолжил в стенах Института физики Земли напряженную научную и организационную деятельность, о которой рассказывается далее.

В 50-е годы в США была развита теория поверхностных сейсмических волн и предложены методы оценок мощности и строения коры и частично оболочки Земли из наблюдений над этими волнами. Возможность использования нового инструмента для изучения внутреннего строения Земли, которая всегда глубоко интересовала Е. Ф. Саваренского, увлекла его. Несмотря на обилие других актуальных направлений в сейсмологии, Е. Ф. Саваренский не мог сопротивляться неодолимому желанию самому опробовать метод поверхностных волн. К этим же работам он старался привлекать большинство своих сотрудников.

В 1959 г. была опубликована его программная статья [80], где давалась физико-математическая интерпретация групповой и фазовой скоростей нестационарных волн и предлагались практические приемы определения этих скоростей для поверхностных сейсмических волн из сейсмограмм, которые предназначались преимущественно для персонала сейсмических станций.

Несколько раньше и одновременно с этим был опубликован ряд практических результатов. В статьях, подготовленных совместно с аспирантом Ш. С. Рагимовым [67, 70], групповые скорости волн Рэлея, возбужденных алеутскими и курильским землетрясениями, были измерены по наблюдениям трех сейсмических станций Азербайджана. Отклонения значений групповой скорости для одного и того же землетрясения в диапазоне периодов 14—34 с не превосходили 0,02 км/с, расхождение скоростей для разных землетрясений — 2%.

В работе, совместной с О. Н. Соловьевой и Б. Н. Щечковым [76], по наблюдениям ст. «Москва» (сейсмографы Голицына) над японскими землетрясениями были рассчитаны групповые скорости волн Лява для трасс распространения волн через Южную Сибирь. Сопоставление экспериментальных данных с теоретической палеткой позволило сделать вывод, что земная

кора на трассе имеет толщину 30—40 км и что «базальтовый» слой примерно в 2 раза тоньше «гранитного». Совместно с Д. И. Сихарулидзе [77] были определены групповые скорости волн Лява по наблюдениям ст. «Тбилиси» и определены мощности коры для трасс с востока Африки в  $35 \pm 5$  км, через Казахстан и Южную Сибирь —  $45 \pm 5$  км, через Альпийско-Гималайский пояс —  $55 \pm 5$  км.

В сообщении [78] были оценены групповые скорости Рэлея по наблюдениям станций Азербайджана над различными землетрясениями, возникшими во всевозможных азимутальных направлениях. Характер дисперсионных кривых иногда разительным образом изменялся даже для близких трасс. В работе [88] по наблюдениям над землетрясениями с очагами в северо-западной части Тихого океана были определены групповые скорости волн Рэлея для северной окраины Евразии и Северного Ледовитого океана. Данные наблюдений согласовывались с теоретическими представлениями о двухслойной коре общей мощностью 35—40 км с толщиной верхнего слоя 20—25 км и нижнего слоя 15—18 км. По наблюдениям над землетрясениями в центральной части Атлантического океана и Южной Америке с трассами поверхностных волн, проходящими через Атлантический океан, была подобрана однослойная модель коры с ее толщиной 25—30 км.

В работе [100] были использованы наблюдения станций «Свердловск», «Семипалатинск», «Иркутск», «Кяхта» над землетрясениями Камчатки, Курильских островов и Японии. Путем сопоставления наблюдаемых групповых скоростей с теоретическими палетками средняя толщина земной коры для Сибири и Дальнего Востока была оценена по волнам Лява в 25—35 км, по волнам Рэлея в 35 км. В более поздней работе [137] средняя мощность земной коры на трассах от севера Курильских островов до азербайджанских станций была оценена в 36 км, на трассах от островов Самоа и Японии до тех же станций — в 30 км, от островов Санта-Крус, Новая Британия, Южно-Китайского и Желтого морей — в 34 км.

Сопоставление всех приведенных данных показывает, что первый опыт применения метода поверхностных волн давал не вполне устойчивые оценки усредненной мощности земной коры.

В процессе работ над поверхностными волнами диа-

пазон конкретных интересов Е. Ф. Саваренского неуклонно расширялся. На рубеже 50-х и 60-х годов его заинтересовали короткопериодные волны  $Lg$  и  $Rg$ , которые связывались в то время преимущественно с существованием верхнего («гранитного») слоя земной коры. Сначала Е. Ф. Саваренский совместно с Н. Г. Вальднер изучил волны  $Lg$  и  $Rg$  по полученным в Москве и Симферополе с помощью сейсмографов Кирноса и Голицына записям землетрясений Средиземноморья и Черноморского бассейна [86, 89]. Четкие волны наблюдались для большинства греческих и некоторых других южноевропейских землетрясений. Наименее уверенные вступления имели место в случае турецких землетрясений, особенно когда трасса волн пересекала центральную часть Черного моря. Это хорошо согласовывалось с установленным в результате ГСЗ отсутствием «гранитного» слоя в середине Черного моря.

Однако не в натуре Евгения Федоровича было довольствоваться формальным описанием явлений. Ему хотелось разобраться в процессах формирования колебаний в поверхностных волнах в зависимости от строения земной коры, и он предложил метод построения элементов расчетной (синтетической) сейсмограммы. Учитывая, что полная однозначность между видом дисперсионной кривой и амплитудами поверхностных волн возможна только тогда, когда известен спектр колебаний в очаге землетрясения, Е. Ф. Саваренский был вынужден аппроксимировать временную зависимость в очаге дираковской функцией. В этом предположении для некоторой средней модели строения земной коры на трассе и с учетом особенностей кривой групповой скорости он рассматривал элементы ожидаемых колебаний в волнах Лява. В работах [99, 107] были рассмотрены волны  $Lg$ ,  $Lg_2$  и  $Rg$  на разных трассах по наблюдениям ст. «Тикси». Четкие волны наблюдались на записях землетрясений Монголии и Китая; периоды волн варьировали в пределах от 2 до 10 с. Для трасс от алеутских землетрясений, проходивших через глубоководную часть Берингова моря, отчетливых вступлений волн  $Lg$  и  $Rg$  на сейсмограммах обнаружить не удалось. Для трасс от очагов у Камчатки, Курильских островов, Японии картина была неустойчивой, волны  $Lg$  и  $Rg$  то наблюдались, то не наблюдались.

Еще в работах [86, 89] Е. Ф. Саваренский, как было сказано, много внимания уделил физической природе волн  $Lg$  и  $Rg$ , отмечая, что иногда их связывают с наличием волноводов в земной коре, иногда рассматривают как короткопериодные волны, отвечающие первой или второй модам волн Лява и Рэлея. В последнем случае видимые вступления (волн  $Lg$  и  $Rg$ ) должны соответствовать максимумам дисперсионных кривых групповой скорости. Эти максимумы могут иногда существовать в случае двухслойной коры и должны отсутствовать в случае однослойной коры. Наконец, для короткопериодных колебаний можно предложить элементарную схему «гранитного» слоя, лежащего на «базальтовом» полупространстве. Тогда некоторые волны ( $Lg_2$  по Е. Ф. Саваренскому) можно рассматривать как фундаментальную, основную моду волн Лява, возникающую в этом слое (с этого и началась интерпретация волн  $Lg$  и  $Rg$ ).

В работах [99, 107] Е. Ф. Саваренский отдал предпочтение той точке зрения, что волны  $Lg$  не связаны с «гранитным» слоем и представляют собой первый или второй обертоны волн Лява в коре, отвечающий максимуму дисперсионной кривой. Для образования обертонов кора должна быть толстой, поэтому через тонкую океанскую кору волны  $Lg$  не проходят. Это предположение нашло удовлетворительное подтверждение при сопоставлении наблюдений ст. «Тикси» с теоретическими расчетами. Существенно позднее в теоретической работе, написанной совместно с Н. П. Тутберидзе [204], Е. Ф. Саваренский вернется к природе волн  $Lg$  и приведет ряд новых доказательств в пользу упомянутой точки зрения.

Дальнейший сдвиг в сторону короткопериодных колебаний связан с попыткой использования микросейсм для получения данных о строении земной коры. Исследование базировалось на наблюдениях тройных станций в Пулкове и Симферополе. Микросейсмы трактовались как волны Рэлея, осложненные волнами другой природы. Были изучены четыре бури микросейсм, вызванные штормами в северо-восточной части Атлантического океана. Анализировались записи продолжительностью 1–3 мин. Фазовые скорости микросейсм в диапазоне периодов 3–7 с были определены для каждой станции по фазовым спектрам.

Разброс эмпирических значений скоростей был

большим, тем не менее была сделана попытка подобрать модели коры, наилучшим образом отвечающие средним эмпирическим кривым. Для Пулково выбор был сделан в пользу трехслойной модели общей толщиной 38 км: 1) осадочный слой мощностью 1 км со скоростью волн  $P$  2 км/с; 2) «гранитный» слой — 12,5 км и 5,7 км/с; 3) «базальтовый» слой — 24,5 км и 7,0 км/с; 4) под поверхностью Мохо скорость 8,1 км/с. Для Симферополя предпочтение было отдано модели четырехслойной коры мощностью 35,5 км: 1) уплотненные осадки — 0,5 км и 3 км/с; 2) уплотненные осадки — 3 км и 4,5 км/с; 3) «гранитный» слой — 14 км и 5,5 км/с; 4) «базальтовый» слой — 18 км и 6,5 км/с.

Еще более короткопериодные (0,2–2,5 с) поверхностные волны были изучены Е. Ф. Саваренским совместно с Н. К. Булиным [103] на основе выполнявшихся в Туркмении наблюдений над близкими (1–250 км) взрывами и землетрясениями. Построение дисперсионных кривых групповой скорости поверхностных волн и анализ кривых с учетом известного строения осадочного чехла позволили прийти к заключению, что в разных случаях наблюдались волны Рэля, Лява,  $M_2$  (поперечная мода волны Рэля), связанные с существованием зоны малых скоростей (мощность 10–30 м, скорость продольных волн 400–500 м/с).

В небольшой попутной работе того времени [94] на основе теории поверхностных волн была сделана попытка объяснить наблюдаемый при определении магнитуды землетрясения разброс максимальных амплитуд поверхностных волн в пределах 100%. Это было увязано с присутствием в фазе Эри двух осциллирующих членов, способных образовывать биения. Было высказано предположение, что введение поправки в зависимость периода в максимальной фазе от расстояния поможет снизить разброс значений  $M$  с 0,3 до 0,2.

Катастрофическое цунамигенное землетрясение в Чили 1960 г., на которое Е. Ф. Саваренский откликнулся популярной статьей [93], возбудило длиннопериодные (до 500 с) волны Рэля, изученные им совместно с И. И. Поповым и А. П. Лазаревой [104, 128] по наблюдениям станций «Москва», «Пулково» и «Симферополь», где к тому времени по инициативе Евгения Федоровича были установлены новые длиннопери-

одные вертикальные сейсмографы. Всюду были записаны волны Рэля, многократно обежавшие земной шар: в Симферополе до волны  $R_{13}$ , в Москве и Пулково до волны  $R_8$ . Путем сопоставления этих волн были оценены их поглощение и внутреннее трение в оболочке Земли. Наблюденные групповые скорости были сопоставлены с теоретическими кривыми, опубликованными за рубежом. Первые оказались меньше вторых, что, по высказанному тогда мнению Е. Ф. Саваренского, было вызвано тем, что при теоретических расчетах не учитывалась сферичность Земли.

Позднее для этого же землетрясения были получены данные о дисперсии фазовых и групповых скоростей волн Лява в диапазоне периодов 80—390 с по наблюдениям наклономера в Ашхабаде [151]. На наклонограммах, в частности, хорошо выделялись волны  $G$  с периодом 100—300 с, многократно обежавшие земной шар.

Аналогичное исследование было выполнено позднее [127, 164] по наблюдениям над длиннопериодными (25—470 с) волнами Рэля от катастрофического Аляскинского землетрясения 1964 г. [125], зарегистрированными на ст. «Москва». Были идентифицированы волны от  $R_1$  до  $R_{10}$ , а также волны  $M_2$ . В результате обработки сейсмограмм выявлены три ветви дисперсионной кривой групповой скорости волн: с нормальной дисперсией в диапазонах периодов 25—32 и 225—470 с и с аномальной в диапазоне 65—225 с, а также нормальная дисперсионная зависимость в диапазоне 40—120 с для первой поперечной моды. Также были определены фазовые скорости (из сравнения волн  $R_k$  и  $R_{k+2}$ ). Сопоставление с теоретическими кривыми подтвердило существование слоя пониженных скоростей Гутенберга и указало на возможность существования второго слоя пониженных скоростей на глубине более 500 км и на завышение принимаемых значений плотности на глубине более 600 км.

Третий случай регистрации длиннопериодных поверхностных волн был связан с Урупским землетрясением 1963 г. [144]. Объединяя наблюдения над волнами от землетрясений 1960, 1963 и 1964 гг. и сравнивая их с теоретическими кривыми, Е. Ф. Саваренский и О. Е. Старовойт пришли к выводу о необходимости уменьшения принимаемой скорости поперечных волн в оболочке Земли на глубине 450—650 км на 0,10—

0,14 км/с или же о необходимости учета поглощения при расчете теоретической дисперсии.

Надо сказать, что советскими сейсмографами длиннопериодные поверхностные волны усиливались недостаточно и на записях были осложнены короткопериодными колебаниями. Для их подавления Е. Ф. Саваренский с Г. Л. Косаревым осуществили цифровую фильтрацию [149]. Изучались волны  $R_4$  и  $R_6$  землетрясения 1964 г. Найденные по отфильтрованным кривым групповые и фазовые скорости были подвержены меньшему разбросу.

После возникновения сильнейшего Алеутского землетрясения 1965 г. Е. Ф. Саваренский совместно с другими специалистами проанализировал волны Рэлея и Лява, записанные кварцевыми экстензометрами, установленными в Средней Азии в Талгаре и Джерино. Удалось выделить волны Лява со 2-го по 9-й порядок с периодами от 70 до 720 с и волны Рэлея со 2-го по 13-й порядок с периодами 120–330 с. Найденные групповые скорости следовали теоретическим кривым, но по неизвестной причине располагались ниже их. Полученные значения добротности верхней мантии попали в диапазон значений  $Q=60\div 200$ , что согласовывалось с литературными данными [141]. Позднее, в работе [177], записи ст. «Москва» волн Рэлея от землетрясений 1960, 1963, 1964 и 1965 гг. в диапазоне периодов 190–240 с были использованы для подтверждения закона увеличения периода максимальной фазы колебаний пропорционально корню третьей степени из расстояния (до расстояния порядка 10 000 км). На примере записей землетрясения 1963 г. был предложен простой графический способ построения фазовых спектров волн Рэлея.

Подробно вопрос о корректировке скоростного разреза Земли для устранения несоответствия между наблюдаемыми скоростями длиннопериодных волн Рэлея и Лява и расчетными дисперсионными кривыми был рассмотрен в публикациях [151, 156, 161, 171]. Исходный скоростной разрез оболочки Земли принимался в основном по Гутенбергу–Бёрчу. Наименьшие скорости волн Лява наблюдались для трасс, совпадавших с тектонически активными зонами континентов и Тихого океана, наибольшие — для трасс, располагавшихся преимущественно в Тихом океане. Повышения скорости волн Лява наблюдались также для трасс, пересекав-

ших щиты в Канаде, Южной Америке, Австралии. В целом согласие между наблюдаемыми и расчетными дисперсионными кривыми волн Рэля и Лява было неплохим, но в диапазоне периодов 200—350 с наблюдаемые скорости волн Рэля были меньше теоретических. Е. Ф. Саваренский и соавторы показали, что для устранения расхождений следует скорость поперечных волн на глубине от 40 до 400 км принять меньшей.

Возможности использования записей кварцевых экстензометров для изучения дисперсии длиннопериодных поверхностных волн продолжали интересовать Е. Ф. Саваренского и позднее. К этому вопросу он возвратился в работе [178]. Повторно были рассмотрены записи кварцевого экстензометра в Талгаре для Аляскинского землетрясения 1964 г. и Алеутского землетрясения 1965 г. Основное же внимание уделялось анализу записей аналогичного экстензометра, установленного под Москвой. Идентификация волн проводилась путем сопоставления записей горизонтальных экстензометров с записями длиннопериодных сейсмографов в Обнинске. В результате были построены дисперсионные кривые групповых скоростей волн Лява и Рэля в диапазоне периодов 20—1000 с. Имело место хорошее согласие с теоретическими кривыми.

Путем сопоставления волн, многократно обежавших земной шар, оценены коэффициенты поглощения  $\gamma$  и добротность  $Q$  для верхней мантии:  $Q = 95 \div 160$ ,  $\gamma = (0,075 \div 0,19) \cdot 10^{-4}$ . Показано большое различие в излучении волн в разные стороны от очага Шикотанского землетрясения 1968 г. [178].

Большой интерес у Е. Ф. Саваренского вызывали и собственные колебания Земли, однако ввиду отсутствия необходимой отечественной наблюдательной базы он был вынужден посвятить этому вопросу лишь небольшой популярный очерк [120].

В процессе сопоставления первых полученных Е. Ф. Саваренским и его помощниками дисперсионных кривых поверхностных волн с опубликованными за рубежом теоретическими кривыми обнаружились трудности, связанные с тем, что теоретические кривые для волн Рэля и Лява отвечали разным моделям земной коры и интерпретировать одновременные наблюдения над этими волнами было затруднительно. Необходимо было произвести собственные теоретические расчеты. Е. Ф. Саваренскому удалось привлечь к этой работе



профессора физического факультета МГУ В. Б. Гласко, плодотворная совместная деятельность с которым продолжалась долгие годы. В первой работе были построены палетки для основного тона и первого обертона волн Рэлея и Лява [123]. В основу была взята модель континентальной коры. Кривые предназначались для обработки записей сейсмографов Кирноса и были составлены для периодов 2—50 с.

В другой теоретической работе 1963 г. [124] Е. Ф. Саваренский исследовал поток энергии для монохроматической волны Лява в слое, лежащем на полупространстве, и пришел к выводу, что, начиная с периодов порядка 100 с, дисперсия фазовых и групповых скоростей волн Лява определяется земной оболочкой и различия строения земной коры под континентами и океанами не сказываются.

Успехи в теоретическом и практическом изучении поверхностных волн позволили Е. Ф. Саваренскому с сотрудниками составить «Руководство по обработке наблюдений и определению фазовых и групповых скоростей поверхностных сейсмических волн», предназначенное для использования на сейсмических станциях страны [138]. Правда, многие вопросы определения скоростей поверхностных волн и их интерпретации оставались еще неясными. Так, в работе [137] было показано, что погрешность измерения групповой скорости может составлять 0,1—0,7 км/с, что на порядок больше теоретически предполагаемой погрешности. Взамен общепринятого способа нахождения групповой скорости путем построения зависимости абсолютных времен наступления экстремумов волн от их порядкового номера и выравнивания зависимости параболой, что приводило к потере некоторых индивидуальных особенностей дисперсионных кривых, рекомендовался еще более простой способ расчета групповой скорости по эпицентральному расстоянию и времени наступления экстремума относительно момента землетрясения.

Работа по построению теоретических палеток дисперсионных кривых была продолжена, и очередные результаты были опубликованы в статьях [133, 163]. На этот раз использовались модели земной коры, полученные в СССР, а в дополнение к двухслойной коре была рассмотрена и трехслойная, содержащая, помимо «гранитного» и «базальтового», также осадочный слой. В результате было построено большое число па-

леток и проанализирована зависимость теоретических кривых от параметров среды.

Там же в МГУ, где была налажена работа по расчету палеток, Е. Ф. Саваренским были поставлены работы по изучению поверхностных волн на физических моделях с использованием ультразвуковых излучателя и приемника [126]. Предполагалось, что такой метод поможет разобраться в природе псевдодвуступенный короткопериодных поверхностных волн типа  $Lg$  и позволит изучить дисперсию поверхностных волн в слое переменной толщины, теоретическое исследование которой в то время представляло большие трудности.

При первых же опытах удалось получить левую (высокочастотную) ветвь дисперсионной кривой рэлеевских волн, обычно ненаблюдаемую в природе. Дальнейшие опыты по физическому моделированию поверхностных волн позволили осветить некоторые вопросы их формирования и распространения [177]. Путем сопоставления экспериментальных записей с расчетными сейсмограммами выяснилось влияние основной моды и первого обертона волн Рэлея с учетом и без учета высокочастотных ветвей дисперсионных кривых на формирование наблюдавшихся волн  $Rg$ , иначе говоря, выяснялось влияние различных временных функций в очаге волн. Подтверждено на модели, что период колебаний, отвечающих длиннопериодной ветви дисперсионной кривой, т. е. с нормальной дисперсией, увеличивается с расстоянием, а для волн, отвечающих короткопериодной ветви, т. е. с аномальной дисперсией, уменьшается. Для волн первого типа на больших расстояниях период перестает увеличиваться. Этому дано физическое объяснение за счет постоянного сокращения интервала периодов волн, участвующих в конструктивной интерференции и формировании максимальной фазы — фазы Эри. Показано, что наблюдавшиеся иногда отклонения наблюдаемых значений дисперсии от теоретических вызваны неучетом начальной фазы спектра колебаний в очаге.

Для развития исследований по поверхностным волнам в СССР Е. Ф. Саваренский организовал и регулярно проводил в конце 50-х — начале 60-х годов в разных городах СССР специальный научный семинар, в котором участвовали такие известные специалисты, помимо упоминавшихся выше, как Н. В. Зволинский, Д. П. Кирнос, В. И. Кейлис-Борок, Т. Е. Яновская,

Е. М. Бутовская, Л. Н. Рыкунов, А. А. Гвоздев, А. Д. Сытинский и др. [Архангельская, 1958, 1961, 1962а, в]. Затем в 60-е и 70-е годы аналогичный семинар отдела общей сейсмологии собирался еженедельно в помещении сейсмической станции «Москва». Здесь общались более опытные и молодые сейсмологи, проходили живые дискуссии и обсуждения, вырабатывалась строгость научных выводов [Попов, 1981]. Очень внимательно Е. Ф. Саваренский следил за работами по поверхностным волнам за рубежом. Под его руководством был подготовлен и выпущен сборник переводных статей «Строение Земли по поверхностным сейсмическим волнам», к которому Евгений Федорович написал подробное послесловие с обзором представлений о поверхностных волнах и методах их изучения [139].

Так как обычные методы интерпретации наблюдаемой групповой скорости позволяли оценивать лишь усредненную толщину коры на трассе очаг—станция и усредненные другие ее параметры, Е. Ф. Саваренский вместе с Б. Н. Щечковым предложил [136] простой способ оценки строения коры на отдельных участках трассы в случае, если на дугу большого круга попадали две станции или два очага землетрясения. Метод был проверен на трассе Тибет—Свердловск. Средняя мощность коры для Тибета была оценена в 60 км, для платформенной части трассы в 35 км.

Несмотря на все это, сопоставление экспериментальных групповых скоростей с дискретным набором теоретических палеток, рассчитанных для нескольких упрощенных моделей земной коры, позволяло получать лишь очень грубые практические результаты и не избавляло от неоднозначности в интерпретации наблюдений, что, разумеется, не удовлетворяло Е. Ф. Саваренского. Вместе с В. Б. Гласко и его помощниками он начал работы по совершенствованию методики интерпретации, используя и появившийся к тому времени зарубежный опыт.

Сначала были рассчитаны частные производные фазовых и групповых скоростей по параметрам двухслойной земной коры европейской части СССР [147, 150] с целью выявления тех параметров коры, которые «активно» и «пассивно» влияли на дисперсионные кривые. В результате было получено, что влияние изменений скоростей поперечных волн на дисперсию

фазовой и групповой скоростей волн Лява и Рэлея гораздо существеннее влияния изменения скоростей продольных волн. Для волн Лява упомянутое влияние, как и следовало ожидать, более значительно. Относительное влияние скоростей в первом и втором слоях и в полупространстве зависит от периода волны и пр. Позднее Е. Ф. Саваренским и др. для коры с безградиентными («кусочно-постоянными») слоями был предложен другой, более экономичный способ расчета частных производных скоростей поверхностных волн по параметрам коры [209] и были найдены явные выражения (взамен численных соотношений) для производных фазовой скорости волн Лява и Рэлея.

Идея использования частных производных в несколько ином «ключе» была проверена Е. Ф. Саваренским и А. Б. Пешковым на примере дисперсии поверхностных волн в Средней Азии [150, 159]. Бралась модель земной коры для Русской платформы и сопоставлялась с моделями земной коры для трех районов Средней Азии. С использованием частных производных дисперсионные кривые, рассчитанные для Русской платформы, приводились к среднеазиатским районам. Сопоставление наблюдаемой дисперсии с «исправленными» теоретическими кривыми позволило правильно оценить толщину коры в трех рассмотренных районах. Более подробно строение земной коры Средней Азии методом поверхностных волн было обсуждено в публикации [181]. Определения проводились для 5 профилей и 15 треугольников.

Усредненная модель земной коры Средней Азии была взята по работам Е. М. Бутовской, В. И. Бунэ и В. И. Уломова, и для нее были построены дисперсионные кривые волн Рэлея и Лява. Затем для каждого профиля и треугольника методом частных производных фазовой скорости были подобраны оптимальные скоростные разрезы. В результате была получена схематическая карта рельефа поверхности Мохоровичича, в общих чертах согласующаяся с другими данными.

При изучении поверхностных волн часто наблюдались отклонения направлений их распространения от дуг большого круга. Этот вопрос был рассмотрен специально на примере волн Рэлея и микросейсм, распространяющихся с Северной Атлантики до станций «Прага», «Пулково» и «Симферополь» [162, 165,

187]. Были собраны и систематизированы все имевшиеся данные по строению земной коры в Северной Атлантике, и в результате выделены океан с глубиной более 3 км и корой океанского типа, континентальный склон, шельф.

По программе, описанной в работе [133] и дополненной специальным блоком, позволявшим рассчитывать дисперсию волн Рэля в среде с поверхностным жидким слоем, были найдены дисперсии фазовой и групповой скоростей основного тона и первого обертона волн Рэля и Лява в области периодов от 0,5 до 30 с. Расчеты велись для «трехслойной» (вода, осадки, кристаллическая кора, полупространство) и «четырёхслойной» (вода, осадки, «гранит», «базальт», полупространство) моделей. Фронты и лучи волн Рэля строились от станций специально разработанным способом для периодов 6 (микросейсм) и 20 с (фаза Эри). В обоих случаях обнаружены зоны сгущения и расхождения лучей. Позже исследование было продолжено для волн Лява [162, 174]. По теоретическим дисперсионным кривым были определены фазовая скорость для волн с периодом 6 с (т. е. для микросейсм) и групповая скорость для волн с периодом 20 с (фаза, используемая для расчета магнитуды  $M$ ). Рефракционные диаграммы строились с центрами в станциях. Также были обнаружены области разрежения и сгущения лучей.

В это же время совместно с В. Б. Гласко и др. был сделан важный принципиальный шаг по улучшению интерпретации наблюдений над поверхностными волнами, а именно показана возможность полной машинной автоматизации одного из этапов обработки наблюдаемых дисперсионных кривых путем применения регуляризирующего алгоритма, отвечающего разработанным академиком А. Н. Тихоновым методам решения некорректных обратных задач геофизики [172, 179, 183, 199, 201, 222]. Эмпирические данные о дисперсии поверхностных волн всегда подвержены заметному разбросу и с точки зрения приведения их в соответствие с той или иной моделью земной коры отягощены ошибками разного происхождения (неточное снятие фаз с сейсмограмм, искажение истинного движения почвы сейсмографом, локальные отклонения в строении земной коры от принятого идеализированного и пр.). Вместе с тем небольшим вариациям дисперси-

онной кривой могут отвечать значительные вариации искомой модели земной коры, что и характерно для некорректной задачи. В этих условиях простая минимизация суммы квадратов разностей наблюдаемых и рассчитанных дисперсий ничего не дает, и за рубежом был даже сделан вывод о невозможности подбора правильной модели коры.

Согласно представлениям А. Н. Тихонова, в развитии которых принимал участие и В. Б. Гласко, нужно минимизировать тем или иным способом некоторый сглаживающий функционал, состоящий из упомянутой выше суммы квадратов разностей и аддитивного члена, содержащего квадрат разностей искомых и априори принятых параметров среды, а также учитывающего ошибки наблюдений. Минимизация осуществляется на ЭВМ, причем параметры принимаемой исходной модели среды могут существенно (до 30—40%) отличаться от параметров истинной модели.

Как было показано в работе [172], для поиска параметров среды, вообще говоря, их нужно предварительно расклассифицировать с помощью производных фазовых скоростей на «активные» и «пассивные». Однако регуляризирующий алгоритм делает это сам. На примере умышленной расстройки входной информации была проиллюстрирована устойчивость работы регуляризирующего алгоритма. В работе [179] возможности машинной обработки наблюдаемой дисперсии фазовых скоростей волн Рэля были успешно проверены на примере трех районов Средней Азии, рассмотренных ранее в работе [159]. В работе [183] в более развернутом виде был описан регуляризирующий алгоритм, выписан минимизирующий параметрический функционал, содержащий параметр регуляризации, обсуждены критерии его согласования с погрешностью входной информации. Приведены примеры восстановления скоростного разреза коры в Средней Азии и на востоке США. Показана возможность автоматического определения числа слоев, слагающих кору.

В обобщающих работах [201, 222] приведены доказательства единственности решения обратной задачи поверхностных волн при условии априорного выбора типа искомой модели среды, отсутствия волноводов и наличия некоторой дополнительной информации о среде (например, о жесткости первого слоя). Совместная интерпретация основных тонов волн Рэля и Лява

целесообразна в тех случаях, когда нет жесткой связи между пластовыми скоростями продольных и поперечных волн. Если же такая связь есть, то дисперсионная кривая первого (и любого высшего) обертона волн Рэлея однозначно определяет все существенные параметры среды.

Возможности предложенного регуляризирующего эксперимента были подробным образом проверены на модели земной коры Восточно-Европейской равнины [189]. На основе различных геофизических данных, преимущественно ГСЗ, была подобрана двухслойная плоская модель для профиля Москва—Кишинев. Для нее были построены дисперсионные кривые основных тонов волн Рэлея и Лява. Затем в качестве начального приближения была выбрана заведомо другая модель и с помощью регуляризирующего алгоритма по построенным кривым была восстановлена исходная модель коры с погрешностью 0,3%. Вместе с тем было показано, что если исходные дисперсионные кривые найдены с погрешностью более 5%, то метод регуляризации по-прежнему дает устойчивое приближение, но отличия находимой модели от истинной могут достигать уже 25%. В этом случае приходится ограничиваться определением более узкой группы параметров, например толщин слоев. Такая работа была проделана для профилей Москва—Кишинев, Москва—Свердловск, Пулково—Сочи. Толщина слоев была получена с погрешностью 1 км.

В цикле исследований, посвященных поверхностным волнам, значительный интерес представляет упоминавшаяся теоретическая работа Е. Ф. Саваренского и Н. П. Тутберидзе [204] по изучению влияния длительности действия сейсмического источника на волны Лява. Рассматривались плоскостойкая среда и источник в виде вращательного момента (в частном случае сдвиг). Решение искалось обычным методом суперпозиции нормальных волн. Анализ проводили путем изучения графических представлений численных расчетов для однослойной и двухслойной коры и коры с волноводом.

Амплитуды волн Лява оказались чувствительными к продолжительности действия источника. Для очага, расположенного ниже удвоенной толщины коры, найдена простая зависимость между амплитудами волн и длительностью источника: с ростом длительности ам-

плитуда возрастает на всех частотах. Для менее глубоких очагов эта тенденция имеет ряд исключений. Кроме того, при малых длительностях более интенсивными становятся более высокие обертоны и вообще преобладают колебания с высокими частотами. Одновременно были выделены параметры волн, наиболее чувствительные к неоднородности строения коры. В работе [222] обсуждена проблема «сглаживания» погрешностей входной информации с помощью регулирующих алгоритмов.

Наряду с настойчивыми теоретическими разработками Е. Ф. Саваренский продолжал в 60-е и 70-е годы экспериментальное изучение поверхностных волн. Так, в работе [170] систематизированы на качественном уровне данные о дисперсии волн Лява и Рэля, пересекающих Охотское и Берингово моря, по наблюдениям дальневосточных станций. Чем большую часть трасса проходила по Тихому океану или глубоководным частям морей, тем более высокими оказывались скорости. Обзор данных о групповых скоростях поверхностных волн на Дальнем Востоке повторен в коллективных работах [155, 169], где приведены сведения и о других районах СССР. Так, для советской части Карпат по дисперсии фазовых скоростей на профиле Львов—Ужгород мощность земной коры была оценена в 50 км. Для Средней Азии приведены данные о дисперсии фазовых скоростей волн Рэля на 10 профилях и волн Лява на 3 профилях в диапазоне периодов 5—50 с. В частности, было отмечено, что для более тонкой земной коры с мощным осадочным чехлом фазовые скорости могут быть меньше, чем для толстой коры, но с тонким чехлом. Приведены предварительные данные о дисперсии фазовых скоростей на Русской платформе по профилям между Москвой, Пулковом, Свердловском и Кишиневом в диапазоне периодов 10—100 с. Предложен метод изучения горизонтальных неоднородностей коры путем построения для каждой станции азимутальных диаграмм групповых скоростей поверхностных волн на разных периодах.

В работе [185] была сделана попытка оценить строение земной коры в основных районах Кавказа: под Большим и Малым Кавказом и в Рионо-Куринской депрессии. В небольшой коллективной заметке рассмотрено прохождение поверхностных волн через два предполагаемых глубинных разлома Закавказья по



наблюдениям пар станций. Без потерь по трассам между станциями проходили волны с периодами больше 25—30 с, а волны с меньшими периодами отражались. Отсюда для глубины разломов была дана предварительная оценка 80—90 км [210].

В работе [206] показано, что на записях ряда кавказских станций в случае землетрясений с очагами в Норвежском и Баренцевом морях наряду с прямыми волнами Лява и Рэлея присутствуют закритически отраженные от крупных неоднородностей земной коры поверхностные волны. Волны, видимо, отражались от Уральского синклинория и Предкарпатско-Польско-Датской депрессии. Неоднородности земной коры должны простираться до глубины 40—70 км.

Сводные данные о строении земной коры, полученные Е. Ф. Саваренским и его сотрудниками методом поверхностных волн для Восточно-Европейской платформы и Кавказа, приведены в монографии «Структура земной коры Центральной и Восточной Европы по данным геофизических исследований» [218, 219].

Для профиля Москва—Свердловск изучение поверхностных волн Рэлея, распространявшихся в противоположных направлениях, привело к заключению о почти горизонтальном залегании слоев в земной коре. Общая мощность коры оценена в 44 км, осадочного слоя — 1,5, первого «гранитного» — 13, второго «гранитного» — 8, первого «базальтового» — 7, второго «базальтового» — 14 км. Кора на профиле Апатиты—Свердловск имеет такие же параметры: общая мощность 44 км, мощность «гранитного» слоя — 20—22, «базальтового» — 24—22 км. Для профилей от Москвы и Пулкова до Каспийского моря предложена трехслойная кора с мощностью осадочного слоя 4—5 км, «гранитного» — 16—18, «базальтового» — 20—23 км при общей мощности коры 40—45 км. Сходные результаты получены и для профилей от Москвы и Пулкова до Сочи: для двухслойной модели коры общая мощность 44 км, толщина «гранитного» слоя — 20—22, «базальтового» — 22—24 км. На профиле Москва—Кишинев глубина поверхности Мохоровичича оценена в 47 км, мощность «гранитного» и «базальтового» слоев в 19 и 28 км.

Для короткого профиля Пулково—Москва—Обнинск изучение фазовых скоростей поверхностных волн и микросейсм [187] подтвердило сравнительно спокой-

ное залегание слоев в земной коре. Граница Мохо находится на глубине 35—40 км. Мощность осадочного слоя 4 км, «гранитного» — 13 км. На профиле Пулково—Рига мощность коры оценена в 38 км. По наблюдениям над длиннопериодными волнами обнаружена зона пониженных скоростей поперечных волн на глубине порядка 116—215 км. Для профиля Минск—Москва мощность коры определена в 37 км; для кровли «базальтового» слоя получена глубина 22 км.

На профиле Минск—Пулково для аналогичных величин получены значения 36 и 18 км; средняя толщина осадочного слоя оценена в 3,5 км. Наблюдения над длиннопериодными волнами по профилю Минск—Рига привели к заключению о существовании зоны пониженных скоростей поперечных волн на той же глубине 115—215 км. Для Крыма были предложены многослойные модели коры с ее общей мощностью 36—40 км. Характерным для этой сейсмоактивной зоны является обнаружение слоя пониженных скоростей продольных и поперечных волн на глубине 21—24 км.

В целом проведенные исследования показали, что наблюдается общая тенденция уменьшения мощности земной коры Восточно-Европейской платформы с юго-востока на северо-запад. Район горного Крыма резко отличается по строению от платформы и имеет структуру, характерную для Альпийского пояса [218]. Для изучения глубинного строения Кавказа использовались наблюдения 18 сейсмических станций, объединенных в различные треугольники. Для Большого Кавказа мощность коры оценена в  $55 \pm 5$  км. На северо-западе Главного Кавказского хребта (Сочи—Пятигорск) она уменьшается до  $51 \pm 5$  км. Для центральной части Куринно-Рионской депрессии мощность коры найдена равной  $45 \pm 5$  км, на востоке депрессии она уменьшается до 40 км. Для Джавахетского нагорья (Малый Кавказ) оценка глубины поверхности Мохоровичича дала  $47 \pm 3$  км [219].

В работе с участием Е. Ф. Саваренского, опубликованной коллективом крымских сейсмологов [225], были обобщены наблюдения над распространением поверхностных волн через Черное море и закартированы некоторые обобщенные особенности строения Черноморской впадины. Использовались скорости волн Рэлея и Лява. Сначала было проведено разделение впадины на секторы с одинаковой для каждой станции (Симферо-

поль, Кишинев, Сочи и др.) дисперсией поверхностных волн. В итоге во впадине было выделено три зоны: с океанским, субокеанским и субконтинентальным типами строения коры. Двумя разными способами (в том числе с учетом данных ГСЗ и без них) найдены границы зон и построены схемы блоково-неоднородного строения впадины. На них «гранитный» слой выклинивается в ее центре, при этом относительно малым мощностям коры отвечают повышения мощности осадочно-го слоя. Обнаружены и исследованы поверхностные волны, отраженные от трех субширотных уступов, два из которых опускаются к центральной депрессии моря с севера на юг, а один с юга на север.

Подытоживая изложенное в этом разделе, можно сказать, что в последние 20 лет жизни Е. Ф. Саваренский провел огромную научную, организационную и педагогическую работу по развитию и практическому внедрению метода изучения строения земной коры и оболочки методом поверхностных волн. С одной стороны, он сделал все возможное для внедрения, в повседневную практику сейсмической сети СССР массового построения дисперсионных кривых групповых и фазовых скоростей поверхностных волн, включая выпуск специального руководства для заведующих сейсмическими станциями. С другой стороны, совместно с В. Б. Гласко и др. он внедрил в интерпретацию дисперсионных кривых, представляющую собой некорректную задачу, регуляризирующий алгоритм А. Н. Тихонова, что опережало соответствующие работы по поверхностным волнам за рубежом, как это показала, в частности, десятая Генеральная ассамблея Европейской сейсмологической комиссии в Ленинграде в 1968 г. В процессе работы над поверхностными волнами и смежными вопросами выросли и сложились как ученые ученики Е. Ф. Саваренского: Ш. С. Рагимов, Д. П. Сихарулидзе, Б. Н. Щечков, А. Б. Пешков, С. А. Федоров, О. Б. Старовойт, Г. Л. Косарев, А. В. Кендзера, О. Н. Соловьева и др.

Метод поверхностных волн всегда привлекает тем, что он на первый взгляд прост и экономичен. Не требуются, например, дорогостоящие взрывы, плотная расстановка аппаратуры и т. д. Необходимо только иметь набор сейсмографов, работающих в широком частотном диапазоне, охватывающем сотые и тысячные доли герца.

Но у каждой медали есть оборотная сторона. Теория поверхностных волн сложна даже для весьма идеализированной модели плоскослоистой среды. Интерпретация дисперсионных кривых, в том числе в своих лучших вариантах, имеет ограниченные возможности. Поэтому получавшаяся конечная информация, как правило, носила слишком общий характер и слабо удовлетворяла практические нужды. Пожалуй, следует считать, что с точки зрения строения среды наиболее интересные результаты из числа полученных Е. Ф. Саваренским и его коллегами относятся к строению верхней мантии Земли по наблюдениям над длиннопериодным волнами, так как набор альтернативных методов, с помощью которых можно изучать глубокие слои Земли, весьма ограничен.

Уже после смерти Е. Ф. Саваренского советскими сейсмологами с участием ученицы Евгения Федоровича Т. Б. Яновской и др. разработаны методы использования наблюдений над поверхностными волнами для получения данных о строении земной коры с горизонтальными неоднородностями.

Каковы бы ни были достоинства и недостатки метода поверхностных волн, логика развития сейсмологии требовала его освоения и дальнейшей разработки, и Е. Ф. Саваренский во главе созданного им коллектива представителей разных организаций внес достойный вклад в это интересное направление.

## Глава 4

---

### Другая научная и организационная деятельность в 60-е и 70-е годы

Изучение поверхностных волн поглощало основное внимание Е. Ф. Саваренского в 60-е и 70-е годы. Вместе с тем в этот период им было выполнено множество других разнообразных исследований. Часть из них была продолжением прежних работ Евгения Федоровича, проводившихся в Сейсмологическом и Геофизическом институтах.

Некоторые были посвящены одному из любимых дел Е. Ф. Саваренского — совершенствованию интерпретации наблюдений над объемными сейсмическими волнами и улучшению методов определения гипоцентра и других параметров землетрясения. В статье [73] он по данным сейсмологических бюллетеней, сравнивая наблюдения двух близких кавказских станций, определил кажущуюся скорость продольных волн. Анализ показал, что, как правило, на станциях брались разнотипные вступления ( $\bar{P}$  и  $P$ ), что на Кавказе нередко очаги землетрясений залегают на глубине 35–40 км, что волна  $P$  может быть достаточно интенсивной на малых расстояниях, до точки пересечения ее годографом волны  $\bar{P}$ . В коллективной работе [184] на примере Сарыкамьшского землетрясения 1970 г. с  $M=6,8$  (Киргизия) проверена возможность определения механизма очага по поляризации волн  $S$ . Использовались сейсмограммы удаленных станций. Найденные угловые координаты вектора подвижки в очаге совпали с механизмом очага, найденным стандартным методом по знакам волн  $P$ . В этой же заметке затронут важный вопрос о возможном неравенстве скоростей волн  $SV$  и  $SH$ . По имевшимся эмпирическим данным получено  $V_{SV}/V_{SH} = 0,99$ .

В работе [167] азимуты на эпицентры удаленных землетрясений определялись путем сравнения времен прихода объемных и поверхностных волн на три станции в районе Москвы, отстоявшие друг от друга на расстоянии порядка 100 км (одна из этих станций была организована Е. Ф. Саваренским еще в 1948 г.). В ряде случаев выявлены аномалии азимута, превышающие погрешности наблюдений. В заметке [188] приведены поправки к аналитическим формулам определения азимута, данным в предыдущей публикации, за кривизну Земли. Азимуты находились по пяти большим треугольникам со сторонами от 200 до 650 км. Введение поправок уменьшало погрешность азимутов на  $1-6^\circ$ . Прямым продолжением работы [167] была публикация [223] о дальнейших наблюдениях на Московском треугольнике. Рассматривались землетрясения с эпицентрами, равномерно окружавшими треугольник. Они были записаны приборами разного типа. Дополнительно была рассмотрена устойчивость таких динамических характеристик, как магнитуда  $MPV$ , сейсмический момент  $M_0$ , длина разрыва  $L$ . Разброс значений  $MPV$  не превышал 0,1.  $M_0$  и  $L$  находились по спектрам продольных волн, расхожимость станционных оценок не превышала 10%.

В коллективной работе с участием Е. Ф. Саваренского [214] рассмотрен вопрос об оптимальном размещении сейсмических станций с позиций минимизации погрешности определения эпицентра. Решение осуществлялось методом поисковой оптимизации. Для частного случая сейсмических очагов на западе США и сети станций на территории СССР оптимальными для размещения трех станций, как и следовало ожидать, программа выбрала самые дальние уголки страны: Закарпатье, Чукотку, Приморье. Оказалось, что минимальную возможную погрешность определения эпицентра обеспечивает сеть из семи станций, дальнейшее увеличение числа станций не сказывается на качестве определений.

Другим традиционным для Е. Ф. Саваренского направлением было изучение внутреннего строения Земли по объемным сейсмическим волнам. В 1966 г. он опубликовал интересный обзор сложившихся к тому времени представлений о строении оболочки Земли до глубины 900–1000 км с особым упором на большие латеральные неоднородности оболочки и на доказательства

существования астеносферных слоев [140]. Эти слои были подробно охарактеризованы также в другом обзоре [173], подготовленном совместно с О. Г. Шаминой. Обращение времен пробега волн  $P$  от катастрофического Румынского землетрясения 4 марта 1977 г. и других землетрясений в районе гор Вранча с очагами в диапазоне глубин 0—170 км с целью построения скоростного разреза верхней мантии было сделано в работе [221].

Возвращался Е. Ф. Саваренский и к использованию углов выхода. Еще в процессе подготовки докторской диссертации, как рассказывалось, Евгений Федорович подробно исследовал влияние слоистости земной коры на дисперсию наблюдаемых углов выхода волн  $P$  [28]. Реальная дисперсия была много больше теоретически предсказываемой, и слоистость наряду с вариациями длин продольных волн могла быть одной из причин этого разброса. Данное направление исследований нашло продолжение в работах [190, 193]. В работе [190] совместно с Г. Л. Косаревым им был рассмотрен случай сейсмографа, расположенного на слоистой коре, и рассчитана общая частотная характеристика системы. Она изучалась сначала на примере входного колоколообразного импульса и длиннопериодного сейсмографа. Затем использовался импульс в виде внезапно начинающейся и быстро затухающей синусоиды. Расчеты с использованием этого импульса для конкретных моделей коры дали хорошее согласие с реальными наблюдениями.

В работе [193] расчетным путем исследовалось влияние неоднородности верхней мантии на сейсмическую запись. Оказалось, что различия в сейсмограммах, рассчитанных для однородной и неоднородной мантии, начинались спустя 40 с после вступления волны  $P$ .

Попытка оценить мощность и другие параметры земной коры по отношению спектров вертикальной и радиальной горизонтальной составляющих продольных волн описана в статье [192]. Идея этого метода также восходит к докторской диссертации Евгения Федоровича [28]. Использовались длиннопериодные записи ст. «Южно-Сахалинск» преимущественно глубокофокусных землетрясений. Получены следующие значения: мощность коры под станцией по волнам, приходящим с юго-востока,  $32 \pm 0,5$  км, с запада —  $34 \pm 0,7$  км с возможным подъемом подошвы коры на юго-восток; средняя

скорость волн  $P$  в коре 6,05 км/с, в кровле мантии — 7,5 км/с.

В коллективных работах [212, 216] изучено влияние анизотропии среды. Разработан алгоритм, и составлена программа расчета смещений свободной поверхности многослойной анизотропной среды при падении на ее подошву объемной волны. Конкретные расчеты проведены для поперечно-изотропного полупространства и анизотропного слоя мощностью 30 км, лежащего на изотропном полупространстве. Параметры среды подбирались близкими к реальным параметрам кровли оболочки Земли.

Расчеты показали, что при прохождении плоских волн через анизотропную среду на ее поверхности должны наблюдаться азимутальные аномалии для квазипродольной волны  $P$  и квазипоперечных волн  $S_1$  и  $S_2$ . В квазипродольной волне они выражаются в том, что возникает угол между горизонтальной проекцией направления смещения земной поверхности и горизонтальной проекцией направления распространения волны; векторы смещений в каждой из волн  $S_1$  и  $S_2$  содержат компоненты, поляризованные подобно волнам  $SV$  и  $SH$ . Другая особенность азимутальной аномалии для волн  $P$ , вызванной анизотропией, по сравнению с аномалией, вызванной подстилающей наклонной границей, состоит в том, что в первом случае период повторения по азимуту равен  $180^\circ$ , а во втором —  $360^\circ$ .

Некоторые работы Е. Ф. Саваренского этого периода имеют связь с тематикой, близкой к «Атласу землетрясений в СССР». Так, в работе [87] совместно с Мэй Шюэн было получено корреляционное соотношение между магнитудой, максимальной интенсивностью и глубиной очага китайских землетрясений. Некоторые вопросы сейсмичности Китая обсуждены в работе [72]. В коллективной работе [91] были определены известными методами энергия волн  $P$  и  $S$  глубокофокусного Приморского землетрясения, предложен прибор для расчета интеграла по времени от квадрата скорости колебаний, записанных на сейсмограмме. Этот прибор был использован позднее для оценки энергии объемных поверхностных волн греческого землетрясения 1959 г. [96]. Значения энергий для ряда землетрясений на северо-западе Тихого океана приведены в работе [106]. Е. Ф. Саваренский принял участие в так называемой стандартизации шкал магнитуд, предпринятой



группой советских и чехословацких специалистов [109, 110]. В небольшой заметке, написанной совместно с Н. В. Голубевой [168], приведены каталог землетрясений с  $M \geq 7$  за 1953—1965 гг. в континентальной Азии и Курило-Камчатской зоне и карты эпицентров землетрясений за 1904—1965 гг. с  $M \geq 5,3$  для того же региона.

Совместно с молодыми румынскими сейсмологами Т. Иосифом и С. Раду Е. Ф. Саваренский определил механизмы очагов землетрясений в районе гор Вранча (Румыния) преимущественно на глубине более 100 км. Для них получились в основном взбросы по плоскостям, согласующимся с некоторыми тектоническими нарушениями. Для неглубокофокусных землетрясений получены почти вертикальные плоскости разрывов, горизонтальная ориентация осей сжатия и вертикальная ориентация осей растяжения [118]. В 1961 г. Е. Ф. Саваренский участвовал вместе с А. В. Введенской и Л. М. Балакиной в фундаментальной обзорной статье, посвященной методам определения механизма очага землетрясения [105].

Этот вопрос в то время находился в состоянии дискуссии. В статье рассматривались ранние японские работы, представления о сосредоточенном сейсмическом очаге, методика Байерли—Ходжсона, работы В. И. Кейлиса—Борока, представления о пространственном сейсмическом очаге, теоретические разработки Хонда и других японских исследователей для глубокофокусных землетрясений и землетрясений с промежуточными и «нормальными» очагами, методика А. В. Введенской, опирающаяся на использование представлений теории дислокации. Отмечалось, что общим для всех методик является реконструкция двух взаимно перпендикулярных нодальных плоскостей в очаге землетрясения по пространственному распределению направлений первых смещений в волнах  $P$ . Однако переход от смещений в очагах к системам вызвавших их тектонических сил принципиально различен в разных методиках.

Продолжал интересоваться Е. Ф. Саваренский в этот период времени и микросейсмами. В коллективной работе [81] рассмотрены случаи усиления микросейсм, возбужденных у побережья Норвегии, на записях сейсмических станций СССР. Для оценки интенсивности микросейсм применен аналог шкалы магнитуд землетрясений. Источники микросейсм находились на пере-

сечении направлений, определявшихся с помощью тройных станций в Пулково и Симферополе. Для коэффициента затухания микросейсм было получено значение, близкое к коэффициенту затухания поверхностных волн. Для ряда источников построены векторные диаграммы усиления и ослабления микросейсм по разным азимутам. Для циклонов вблизи побережья Скандинавии максимальные микросейсмы наблюдались по направлениям вкрест берега и вдоль него. Предположение, что этот факт объясняется особенностями рельефа Скандинавии (наличие береговой ступени и чередующихся речных долин), было подтверждено на физической модели.

Исследования, начатые в работе [81], были продолжены в работе [98]. Рассматривалась буря микросейсм в Восточной Европе, вызванная циклоном у северо-западного побережья Скандинавии. Этот циклон был выбран потому, что в процессе своего развития он почти не перемещался, в области атмосферной депрессии, отвечавшей центру циклона; наблюдался высокий градиент давления, что вызывало интенсивные микросейсм; в остальной части северного полушария в период развития циклона наблюдалась относительно спокойная синоптическая обстановка, т. е. других источников микросейсм не было. Все это давало возможность рассматривать микросейсм как волны Рэлея в гранитном слое от неподвижного сосредоточенного источника.

Сопоставление уровня микросейсм на двух станциях, расположенных на дуге большого круга, проходящего через источник, позволило получить в рамках этой модели правдоподобный коэффициент поглощения, равный  $0,0007 \text{ км}^{-1}$ . Но все же разброс уровня микросейсм на рассматривавшихся станциях был высок, и этот вопрос изучался с помощью ультразвукового моделирования. С учетом полученных в то время теоретических результатов предполагалось значительное влияние на волны Рэлея (микросейсм) даже малых по сравнению с длиной волны неровностей рельефа. Модели рельефа вырезались из пластин оргстекла. При этом по возможности соблюдались критерии подобия по геометрическим и временным размерам, соотношение модуля всестороннего сжатия и модуля сдвига и пр. Моделирование выполнялось в масштабе 1 : 1 000 000.

Учет рельефа позволил объяснить наблюдавшиеся уровни микросейсм примерно для половины станций. Расхождение имело место преимущественно для станций, отгороженных от источника микросейсм мощными горными системами. Попытка на примере ст. «Горис» учесть при моделировании блоковое строение горной системы позволила существенно уменьшить расхождения. Совместно с Е. М. Линьковым Е. Ф. Саваренским был описан специальный прибор для регистрации траектории движения земной поверхности при микросейсмах [90]. Ведущим его побуждением было улучшить методику наблюдений на источник микросейсм. При практических наблюдениях бурь микросейсм в подвале Ленинградского университета направления определялись в основном в секторе ССЗ-ЗСЗ. Была выявлена и изучена поляризация микросейсмических колебаний.

Совместно с В. Н. Табулевич Е. Ф. Саваренский высказал предположение о возможности локации источников возбуждения микросейсм, связанных с циклонами, не только кинематическим методом (по направлению подхода микросейсм), но и динамически — по соотношению амплитуд микросейсм океанского происхождения в нескольких точках наблюдений [115]. Считалось, что участки записей микросейсм на разных станциях с одинаковым изменением во времени их периодов отвечают волнам, вышедшим из одного и того же источника, и что амплитуда микросейсм убывает примерно обратно пропорционально удалению от источника. На основе этих предположений был разработан и успешно (хотя и с рядом оговорок) опробован на примере одного циклона в Каспийском море и нескольких в северной части Атлантического океана графический способ нахождения микросейсм.

В другой работе, совместной с В. Н. Табулевич [129], рассматривалась буря микросейсм, наблюдавшаяся на западном побережье Каспийского моря. Изучение синоптических данных привело к выводу, что эта буря была вызвана резкой сменой направления ветра, дувшего вдоль Кавказского побережья сначала с юго-востока на северо-запад и сформировавшего крупную зыбь, а затем, после незначительной паузы, задувшего в противоположном направлении: с северо-запада на юго-восток. Авторы посчитали, что после смены ветра на Каспийском море на какое-то время возникли

стоячие волны, послужившие непосредственной причиной сильных микросейсм. Частным подтверждением этой теории явилось наблюдавшееся удвоение частоты микросейсм по сравнению с частотой морских волн. С позиций этой теории удалось также дать объяснение временной зависимости амплитуд микросейсм. В этой же статье была обсуждена физическая природа микросейсм и сделан общий вывод, что осложнение микросейсм типа поверхностных волн объемными волнами тем больше, чем ближе точка наблюдений к источнику микросейсм.

Последнему вопросу Е. Ф. Саваренским и его помощниками уделялось немалое внимание. Так, в тезисах [153] упоминается о выделении в составе микросейсм в диапазоне периодов 3—8 с волн Рэля и Лява примерно в равных соотношениях, а также высокоскоростных продольных волн (диапазон частот 0,15—2 Гц). В дальнейшем интерес Е. Ф. Саваренского к микросейсмам нашел новую сферу приложения. В совместной работе с Э. М. Антоненко [121, 207], которая ранее вместе с Д. Н. Казанли предложила на примере Алма-Аты метод сейсмического микрорайонирования по высокочастотным (3—6 Гц) микросейсмам, он проанализировал теоретические предпосылки повышения амплитуд этих микросейсм на тех грунтах, которые оказались особо неблагоприятными во время известных землетрясений 1887 и 1911 гг.

Микросейсм рассматривались как вынужденные колебания слоя под действием пространственно распределенных источников. Было получено выражение, связывающее амплитуду колебания поверхности слоя с его мощностью и другими параметрами в случае внешних и внутренних источников, с учетом и без учета затухания в слое и упругости нижележащей среды. Сравнивались две точки в Алма-Ате с покровным суглинком существенно разной мощности, и полученное эмпирическое отношение амплитуд микросейсм удовлетворительно подтвердилось принятой теоретической концепцией.

Е. Ф. Саваренский коснулся вопросов сейсмического районирования и микрорайонирования и в некоторых других публикациях. Он участвовал в составлении инструкции по сейсмическому районированию, подготовленной под редакцией С. В. Медведева [102]. Одним из первых рассмотрел влияние слоя на колебания

земной поверхности в простейших случаях вертикального падения волн  $P$  или произвольного падения волн  $SH$  на подошву плоского однородного слоя [79]. Работа была навеяна неравномерностью площадного распределения интенсивности сейсмических сотрясений и их различием на рыхлых и скальных грунтах.

Важное место в научной и организационной деятельности Е. Ф. Саваренского в последние 15 лет его жизни заняла проблема прогноза времени землетрясения. Еще в обзоре [46] Е. Ф. Саваренский писал, что землетрясения не возникают случайно, время их возникновения управляется определенными законами природы. Сложно обнаружить эти законы. Тем не менее они должны быть найдены, так как множество людей гибнут только вследствие внезапности землетрясений. В своем последнем опубликованном обзоре развития советской сейсмологии [203] Е. Ф. Саваренский такими словами охарактеризовал свою позицию: «После Ашхабадского землетрясения перед советскими сейсмологами впервые встала задача разработки методов предсказания землетрясений. Сама ее постановка в широком масштабе в то время не имела прецедентов. Землетрясения не происходят случайно, их возникновение закономерно. Однако раскрытие этих закономерностей — дело нелегкое, хотя принципиальная возможность решения не вызывала сомнений».

Е. Ф. Саваренский конкретных исследований по проблеме прогноза времени землетрясений не проводил, но большое внимание уделял анализу состояния дел в этом важнейшем разделе сейсмологии, а также организации международного сотрудничества по этому направлению. Им опубликованы четыре обзора по прогнозу землетрясений [160, 191, 208, 217].

В первом обзоре [160], предварявшемся тезисами не прочтенного им лично доклада [154], Е. Ф. Саваренский сознательно ограничился частью проблемы — поиском предвестников землетрясений. Он разделил их на две группы: 1) связанные с деформацией земной коры; 2) имеющие вид вариаций различных геофизических полей. По мнению Е. Ф. Саваренского, поиск предвестников распадается на две части: 1) поиск предвестников, достаточно универсальных для всей Земли; 2) поиск предвестников, характерных для данной конкретной зоны. Первые должны вытекать из общей схемы деформации Земли, но соответствующая

модель далека от построения, и поэтому работа идет в основном путем эмпирического поиска локальных предвестников, что требует больших средств и затрудняет построение общей теории прогноза землетрясений.

Е. Ф. Саваренский обращал внимание, что землетрясения возникают не обязательно в местах наибольших тектонических напряжений, а в местах наименьшей прочности материала земной коры. Заметную роль в возникновении землетрясений могут играть различные «пусковые» явления (типа вариаций атмосферного давления). В статье упоминалось о том, что еще в 1911 г. Б. Б. Голицын высказал ряд оправдавшихся потом предположений.

Б. Б. Голицын считал, что предшественниками землетрясений могут быть особенности медленных деформаций земной коры, дебита и состава подземных минеральных вод, изменения скоростей распространения сейсмических волн, форшоки. Говорилось о первых практических шагах по прогнозу, предпринятых в 1938—1940 гг. В. Ф. Бончковским, о первой национальной программе СССР по прогнозу, составленной в 1949 г. по инициативе академиков С. И. Вавилова и Г. А. Гамбурцева. Из практически полученных результатов отмечалось: влияние упругих напряжений на магнитную восприимчивость горных пород (А. Г. Калашников и С. П. Капица), существование пьезоэлектрического эффекта пород (М. П. Волярович и Э. И. Пархоменко), подтверждение аномального хода наклонов земной поверхности перед сильными землетрясениями (Р. М. Кармалева), изменение скоростей волн  $P$  и  $S$  в очаговой зоне землетрясений перед их возникновением (И. Л. Нерсесов и А. М. Кондратенко), цикличность землетрясений (С. А. Федотов). Подчеркивалось вместе с тем, что все указанные признаки неустойчивы. Считалось необходимым изучать поле упругих напряжений планеты, процессы в очаге землетрясения, поведение земных пород при высоких давлениях и температурах, «пусковые» процессы. Эти же мысли воспроизведены во вступительном слове [196].

В другом вступительном слове, на Симпозиуме по прогнозу землетрясений в Перу в 1973 г. [191], Е. Ф. Саваренский подчеркивал, что прогноз землетрясений — одна из важнейших проблем сейсмологии, что необходимы одновременные измерения как деформа-

ций, так и напряжений в земной коре. Изменения с помощью одних только наклономеров и экстензометров не позволяют установить различия между крипом и опасными упругими деформациями, предвещающими землетрясения.

В более пространным обзоре, написанном совместно с И. Л. Нерсесовым [208], Е. Ф. Саваренский останавливался на таких вопросах: 1) понятие о сейсмическом районировании; 2) прогноз интенсивности и спектрального состава поверхностных сотрясений; 3) прогноз сейсмического риска и вторичных эффектов землетрясений типа обвалов, дислокаций земной поверхности, пожаров, цунами и пр.; 4) отрицательные социальные последствия прогноза времени землетрясения; 5) модель лавинного трещинообразования, разработанная в ИФЗ, и теория землетрясения, разработанная в США. Перечислялись обнаруженные предвестники землетрясений: аномалии деформаций, особенности режима микроземлетрясений, изменения механизма их очагов и спектров, изменения скоростей сейсмических волн, магнитного поля и теллурических токов, изменения эманации газов типа радона и уровня подземных вод и др. Предвестники делились на краткосрочные и долгосрочные, и для последних было приведено соотношение между заблаговременностью предвестника и магнитудой землетрясения. Приводились примеры удачного и неудачного прогноза землетрясений в СССР, Китае, США. Предлагалась программа дальнейших работ по прогнозу землетрясений, в которой подчеркивалась необходимость существенного усиления теоретических исследований и создания средств для телеметрического автоматического сбора геофизической информации с густой сети наблюдательных пунктов и ее обработки. К сожалению, именно по этим ключевым позициям прогресс в СССР в дальнейшем был незначительным.

В небольшой заметке, напечатанной также совместно с И. Л. Нерсесовым [217], были кратко проанализированы наиболее распространенные явления, предвещающие землетрясения. Сделан вывод, что в основном предвестники связаны с объемной деформацией земной коры, а последняя, в свою очередь, вызывается изменениями не тектонических напряжений, а прочности коры. Попутно было высказано предположение, что наличие горизонтальных напряжений, значительно

превосходящих эффект от веса вышележащих пород, связано с горизонтальными движениями литосферных плит.

Е. Ф. Саваренским было написано много информационных обзоров достижений и перспектив советской и отчасти зарубежной сейсмологии и смежных отраслей геофизики [116, 131, 134, 143, 146, 166, 203]. Он охотно писал статьи для энциклопедий [53, 82, 157, 198], популярные статьи [92, 93, 95, 97, 120, 195], рецензии [25, 75а, 180], предисловия к сборникам статей и переводным книгам [130, 139].

Большой русский патриот, он любил использовать любую, пусть и небольшую, возможность для углубления своих знаний по истории Родины, ее культуры и науки. Особенно гордился Е. Ф. Саваренский своим великим предшественником — академиком Б. Б. Голицыным, считал себя его учеником, прекрасно знал его биографию и труды и охотно писал о Б. Б. Голицыне в печати [26, 111, 112, 114, 116, 117, 175]. Е. Ф. Саваренский добился издания двухтомника трудов Б. Б. Голицына [Голицын, 1960], разыскал его могилу на Александро-Невском кладбище в Ленинграде и добился приведения ее в порядок. Он нашел в Ленинграде детей и других родственников князя Б. Б. Голицына и пригласил их на открытие памятника ученому, сооруженного в 1956 г. у восстановленного здания сейсмической станции «Пулково»; по инициативе Евгения Федоровича на здании станции была также установлена мемориальная доска в память Б. Б. Голицына. В институтском кабинете Е. Ф. Саваренского хранились посмертная маска и портрет Б. Б. Голицына.

Крупнейшим событием в жизни Е. Ф. Саваренского, которым он заслуженно гордился, был выход в свет в 1973 г. в издательстве «Недра» капитальной монографии «Сейсмические волны» [182]. В ее основу были положены курсы лекций, которые Е. Ф. Саваренский читал студентам-геофизикам физического и геологического факультетов Московского университета. В этом фундаментальном труде, имеющем физический уклон, сделана попытка систематизировать и изложить современные знания об упругих колебаниях и плоских и сферических волнах. Рассматриваются такие вопросы, как сложение гармонических колебаний, их спектры, энергия колебательных систем, статистический подход к изучению колебаний, связь между деформа-



циями и напряжениями, возникновение продольных и поперечных волн, поля от некоторых простейших источников, распространение волн в полупространстве и слое, формирование поверхностных волн Рэлея и Лява и их распространение.

Рассмотренные в книге вопросы и задачи волновой механики изложены на высоком научном уровне, с соблюдением всех требований, обеспечивающих строгость математических выводов. Однако, не ограничиваясь формальным изложением, Евгений Федорович дает объяснение физической сущности полученных результатов и иллюстрирует их моделями и схемами. Все это существенно облегчает читателю изучение волновой теории сейсмических волн и делает весьма широким диапазон использования монографии (как учебное пособие для студентов и аспирантов, как справочник при решении различных вопросов сейсмической разведки, сейсмологии, инженерной сейсмологии, сейсмостойкого строительства и пр.), написанной к тому же прекрасным языком [Жарксов, Харин, 1974]. Монография была издана на английском языке издательством «Мир» [194]. Президиум АН СССР наградил Е. Ф. Саваренского в 1977 г. за книгу «Сейсмические волны» премией им. О. Ю. Шмидта.

В работе [122] Е. Ф. Саваренский с помощниками рассчитал на ЭВМ спектры волн  $P$  по оцифрованным записям удаленного землетрясения, записанного на ст. «Москва» тремя вертикальными сейсмографами с разными характеристиками. В пределах точности вычислений и в частотных полосах пропускания сейсмографов спектры совпали. По сводному спектру было восстановлено истинное движение земной поверхности.

Усовершенствованию спектрального способа восстановления истинного движения почвы из сейсмограммы посвящены статьи [200, 205, 220]. Основная проблема состоит в том, что спектр записи и комплексная характеристика сейсмографа рассчитываются с погрешностями. Если в записи есть шум в виде постоянной составляющей, то интеграл по частоте, с помощью которого находится смещение, расходится. В результате восстановление смещения почвы по его спектру становится некорректной задачей. Для преодоления этой трудности предлагается при переходе от спектра к смещению интегрирование вести отдельно по низкочастотному, рабочему (для данного сейсмогра-

фа) и высокочастотному диапазонам. Интеграл по высокочастотному диапазону отбрасывается как пренебрежимо малый (обычно частотная характеристика сейсмографа убывает обратно пропорционально частоте). Для отношения спектра записи к частотной характеристике сейсмографа в длинноволновом диапазоне предложена специальная функция. Дан также минимизирующий алгоритм оптимального подбора границ рабочего диапазона частоты, специальной функции устранения постоянной составляющей линейного тренда и других длиннопериодных помех. Работоспособность предложенного алгоритма подтверждена конкретными примерами.

Идеи, высказанные в публикации [200], нашли дальнейшее развитие в работе [211], посвященной проблеме восстановления из записи не перемещения почвы, а скорости ее колебаний. Предполагается, что при некотором разумном выборе рабочей частотной полосы спектра истинной скорости можно пренебречь не только отбрасываемой высокочастотной частью спектра, как в случае смещения, но и низкочастотной частью. Предлагается простой минимизирующий функционал для выбора границ рабочей полосы, работоспособность всего алгоритма иллюстрируется примерами.

Метод аппроксимации сейсмограммы отрезками косинусоид рассмотрен в работе [213]. Необходимость изучения этого вопроса была вызвана трудностями и погрешностями полуавтоматической оцифровки обычных аналоговых сейсмограмм в случае малой скорости развертки, типичной, например, для длиннопериодных сейсмографов. В частности, в этой ситуации возникают трудности с интерполяцией оцифрованных значений. В работе показано, что предлагаемый косинусоидальный метод эффективнее обычно используемого метода полиномиальной интерполяции. Одно из преимуществ метода — отсутствие трудностей с дифференцированием записи, если в этом возникает необходимость. В работе [224] продолжены исследования, начатые в работах [200, 211]. На этот раз дополнительно учитывалась частотная характеристика земной коры под станцией. Кора моделировалась пачкой плоских однородных слоев, и ставилась задача восстановления плотности потока энергии продольных волн у подошвы коры. Задача решается тем же спектральным методом

для регуляризации некорректности задачи, связанной с наличием ошибок.

Эпизодически с начала 50-х годов и регулярно с 1955 г. Евгений Федорович читал курс лекций по сейсмологии для студентов и сотрудников кафедры физики Земли Ленинградского университета. Не могу не вспомнить, что его факультативная лекция зимой 1951/52 г. на физическом факультете ЛГУ об использовании тройных станций для локации циклонов по направлениям подхода микросейсм привела меня, тогда студента университета, сначала на производственную практику на сейсмостанцию «Москва», а затем и в аспирантуру Геофизического института АН СССР.

Е. Ф. Саваренский активно поддерживал и направлял исследования по сейсмологии в ЛГУ. По его инициативе и при его постоянном внимании в лаборатории сейсмологии успешно развивались такие направления, как изучение микросейсм, исследования строения Земли по поверхностным волнам, исследования колебаний ледяного покрова в Арктике и др. Интерес и внимание Е. Ф. Саваренского к сейсмологии в Ленинграде не ослабевали и в дальнейшем. В 1973 г. ему удалось организовать постоянный Ленинградский сейсмологический семинар, в котором принимали участие сотрудники ЛГУ, сейсмостанции «Пулково», Ленинградского отделения Математического института АН СССР и других учреждений. Евгений Федорович был председателем семинара, его заместителями — Е. М. Линьков и Т. Б. Яновская, секретарем — А. П. Лазарева. Семинар собирался ежегодно, всего прошло шесть заседаний. В собраниях участвовало около 40 человек. Со смертью Евгения Федоровича это полезное начинание, к сожалению, не было продолжено.

Е. Ф. Саваренский любил также выезжать в Тбилисский и другие университеты, читать там лекции по сейсмологии и руководить студентами-дипломниками.

С 1950 г., после утверждения в докторской степени и профессорском звании, Е. Ф. Саваренский получил возможность руководить аспирантами и соискателями, чем очень охотно занимался всю свою жизнь. Уже к середине 1965 г. им было подготовлено 20 кандидатов наук. Всего же Е. Ф. Саваренским подготовлено около 50 кандидатов и докторов наук, плодотворно работающих во всех уголках Советского Союза. Среди них два члена-корреспондента АН СССР: Л. Н. Рыкунов (за-

птитил кандидатскую диссертацию в 1958 г.) и С. Л. Соловьев (защитил кандидатскую диссертацию в 1956 г.), член-корреспондент АН УзССР В. И. Уломов (защитил кандидатскую диссертацию в 1964 г.), доктора физико-математических наук И. Г. Керимов (защитил кандидатскую диссертацию в 1970 г.), Н. В. Кондорская (защитила кандидатскую диссертацию в 1954 г.), Д. И. Сихарулидзе (защитил кандидатскую диссертацию в 1960 г.), лауреат Государственной премии СССР Т. Б. Яновская (защитила кандидатскую диссертацию в 1958 г.), кандидаты физико-математических наук В. Т. Архангельский (1953 г.), С. Д. Коган (1953 г.), Т.-С. Ибрагимов (1957 г.), Ш. С. Рагимов (1958 г.), Мэй Шиюн (1959 г.), В. Л. Белотелов (1961 г.), Б. Н. Шечков (1962 г.), Г. Г. Обухов (1963 г.), В. Н. Табулевич (1963 г.), О. Е. Старовойт (1966 г.), А. Б. Пешков (1969 г.), С. А. Федоров (1969 г.), С. В. Мишин (1970 г.), Б. Н. Воловецкий (1971 г.), Г. Л. Косарев (1974 г.), А. Г. Москвина (1974 г.), Е. М. Чесноков (1974 г.), Ф. С. Садиков (1975 г.), А. П. Лазарева (1976 г.), А. Л. Петросян (1977 г.), Е. В. Воронина (1979 г.), А. В. Кендзера (1979 г.), Т. Ш. Гегечкори (1980 г.), Д. Г. Сокерова (1980 г.), Н. И. Фролова (1983 г.) и др.

Е. Ф. Саваренского отличала кипучая научно-организационная деятельность. Больше всего он любил работу в Совете по сейсмологии, много внимания уделял научно-организационной деятельности. Но и помимо этого, организационная работа Е. Ф. Саваренского была удивительно многообразна.

В течение многих лет он был членом редколлегии журнала «Известия АН СССР. Серия геофизическая», а после разделения этого журнала в 1963 г. на два был назначен заместителем главного редактора журнала «Известия АН СССР. Физика Земли». Этот журнал Евгений Федорович очень любил, и более 60 его научных и информационных статей опубликованы именно в нем.

С 13 февраля 1961 г. Е. Ф. Саваренский — член Межведомственного геофизического комитета АН СССР, с 26 января 1962 г. — член Научного совета по комплексным исследованиям земной коры и верхней мантии, с 26 марта 1965 г. по 4 апреля 1975 г. — член Высшей аттестационной комиссии при СМ СССР, с 1971 г. — консультант на общественных началах ра-

бот по сейсмологии Института геофизики АН ГССР, с 10 мая 1976 г.— член президиума Совета государственной экспертизы Госстроя СССР, с 7 июня 1979 г.— член бюро Национального совета АН СССР по геофизическим методам разведки и т. д.

1 июля 1966 г. Е. Ф. Саваренский был избран членом-корреспондентом АН СССР по специальности «геология, геофизика». Выдвижение Е. Ф. Саваренского поддерживали известные ученые: академики В. А. Амбарцумян, Н. М. Страхов, А. А. Трофимук, Е. К. Федоров, Н. С. Шатский, В. В. Шулейкин, Д. И. Щербаков, члены-корреспонденты АН СССР В. В. Белоусов, Л. М. Бреховских, Б. М. Вул, И. А. Кибель, М. С. Молоденский, М. В. Муратов, А. М. Обухов, А. М. Прохоров, Ю. В. Ризниченко, Л. Н. Сретенский, А. Н. Тихонов, Н. А. Цытович, многие центральные и республиканские организации. 3 марта 1969 г. Е. Ф. Саваренский был избран также членом с совещательным голосом Отделения общей физики и астрономии АН СССР, к работе которого он всегда относился с большим уважением и интересом.

Заслуги Е. Ф. Саваренского перед отечеством были отмечены правительственными наградами. В 1945 г. он был награжден орденом «Знак Почета», в 1946 г. медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», в 1948 г. медалью «В память 800-летия Москвы», в 1952 г. вторым орденом «Знак Почета», в 1971 г. орденом Ленина (в связи с шестидесятилетием), в 1975 г. орденом Трудового Красного Знамени (в связи с 250-летием Академии наук СССР). В 1957 г. ему была присуждена премия президиума АН СССР (за разработку научных основ службы предупреждения о цунами).

## Глава 5

### Международная деятельность

Первую поездку за границу Е. Ф. Саваренский совершил в 1954 г. Вместе с Д. А. Хариним он принял участие в небольшой конференции, посвященной двадцатилетию сейсмологической секции Бухарестской обсерватории Академии наук Румынии и состоявшейся 14–15 мая [44, 45]. Евгений Федорович выступил с докладом о развитии сейсмической службы и о состоянии обработки сейсмических наблюдений в СССР [45]. В следующем году его направляют в Бельгию, где он принимает участие в выработке международной программы сейсмологических исследований в период Международного геофизического года [48].

Эти поездки не прошли бесследно для дальнейшей международной деятельности Е. Ф. Саваренского. Он приложил максимум усилий по установлению рабочих связей между советскими сейсмологами и сейсмологами братских социалистических стран. Первое, что ему удалось, — это провести в сентябре 1956 г. в Пулкове в связи с 50-летием Пулковской сейсмической станции и окончанием ее послевоенного восстановления конференцию с участием сейсмологов социалистических стран, среди которых были такие специалисты, как И. Н. Петков (Болгария), Л. Эдьед (Венгрия), В. Ульман (ГДР), Ли Шанпан (Китай), С. Нинжбадгар (Монголия), Р. К. Тессер (Польша), Г. Петреску (Румыния), И. Ванек и В. Карник (Чехословакия). Это же совещание было использовано, чтобы подробно обсудить программу работ по МГГ, намеченную совещанием в Брюсселе в 1955 г. [48]. Специальные заседания по этим вопросам состоялись в Москве 20–25 августа 1956 г. Брюссельская программа была положена в основу национальных программ стран-участниц. Е. Ф. Саваренский принял активное участие в совещании и опубликовал заметку со сводкой национальных программ и информацией о действующих в социалистических странах сейсмических станциях [51].



**Е. Ф. Саваренский (справа) и С. Л. Соловьев на сейсмологической конференции в Чехословакии, 1957 г.**

В 1957 г. Е. Ф. Саваренский в составе советской делегации, в которую входили еще четыре специалиста (Е. С. Борисевич, Д. П. Кинос, Ю. В. Ризниченко, С. Л. Соловьев), принимал участие в первой сейсмологической конференции Чехословацкой академии наук, состоявшейся 18—22 марта в местечке Либлице под Прагой. Пребывание в Чехословакии позволило уточнить программу участия чехословацких сейсмологов в МГТ [57].

10—13 сентября 1958 г. Е. Ф. Саваренский представлял СССР на IV Международной конференции Общества геофизиков Венгрии, где прореферировал ряд советских геофизических работ, в первую очередь по строению земной коры. Он подробно описал это мероприятие [75], а заодно, оставаясь верен своим принципам, рассказал об истории геофизики в Венгрии,



**Е. Ф. Саваренский (справа) и Г. С. Борисевич на сейсмологической конференции в Чехословакии, 1957 г.**

о работах выдающегося геофизика, одного из основателей современной гравиметрии — Л. Этвеша, о геофизической обсерватории в Тихани на оз. Балатон, о сейсмических станциях Венгрии, о Геофизическом институте им. Л. Этвеша, кафедре геофизики Будапештского университета, заводе по производству гравитационных вариометров.

Позже, когда с сейсмологами социалистических стран было налажено сотрудничество по линии КАПГ (Комиссии академий наук социалистических стран по сотрудничеству в области планетарной геофизики), Е. Ф. Саваренский принял самое активное участие в этой работе. В течение 1966—1980 гг. он возглавлял рабочую группу по изучению строения Земли методами сейсмологии. Особое внимание Евгений Федорович уделял методу поверхностных волн, был организатором и руководителем исследований по международной про-



грамме «Изучение строения оболочки Земли и земной коры по наблюдениям над поверхностными сейсмическими волнами» и при любой благоприятной возможности старался созывать заседания своей рабочей группы.

В качестве примера можно привести информацию о состоявшейся 1—6 апреля 1974 г. в ГДР, в Иене, международной конференции, посвященной 50-летию Института физики Земли Академии наук ГДР и 75-летию сейсмологических наблюдений в Иене. В ней участвовало более 100 специалистов из 16 стран, в том числе возглавлявшаяся Е. Ф. Саваренским советская делегация из 23 человек, в которую входили такие видные ученые, как Ю. В. Ризниченко, В. Н. Жарков, Л. А. Молотков, В. И. Бунэ и др. Один из четырех симпозиумов конференции посвящался методу поверхностных волн. Он был успешно проведен возглавлявшимися Е. Ф. Саваренским рабочими группами КАПГ и Европейской сейсмологической комиссии. Аналогичные симпозиум и заседание были проведены в Венгрии в 1978 г. На заседании комиссии, состоявшемся в 1968 г., Е. Ф. Саваренский выступил с докладом «Изучение верхней мантии в Европе путем наблюдений над длиннопериодными сейсмическими волнами» [176], в котором предлагал организовать такие наблюдения на различных европейских станциях, расположенных по дугам больших кругов.

Что касается МГГ, то Е. Ф. Саваренский с самого начала активно включился в это мероприятие и в 1955—1960 гг. возглавлял рабочую группу по сейсмологии Международного комитета по проведению МГГ и в связи с этим выезжал за рубеж. Так, в 1957 г. в составе небольшой делегации, возглавлявшейся В. В. Белоусовым, Е. Ф. Саваренский принял участие в Западно-Тихоокеанской региональной конференции по проведению МГГ, состоявшейся в Токио. Ограниченное время пребывания в Японии Е. Ф. Саваренский использовал весьма эффективно, посетив много учреждений и описав общую организацию работ по сейсмологии в стране, сейсмическую службу Японского метеорологического агентства (ЯМА), Сейсмологический и Геофизический институты Токийского университета, Токийскую сейсмическую станцию ЯМА, Сейсмическую обсерваторию Токийского университета в Абурадубо, вулканологическую станцию университета на

вулкане Асама, центральную сейсмическую обсерваторию ЯМА в Мацуширо, Геофизический институт Киотского университета и его сейсмическую и геофизическую станции, содержание работ по проблеме прогноза землетрясений в Японии, организацию службы предупреждения о цунами, работы по инженерной сейсмологии и пр. [59].

В отличие от поездки в Японию поездка в КНР в конце того же 1957 — начале 1958 г. в составе небольшой советской делегации специально преследовала цели ознакомления с китайской сейсмологией и обмена мнениями с китайскими сейсмологами о путях ее дальнейшего развития. Е. Ф. Саваренский посещает Геофизический институт Академии наук КНР в Пекине с недавно организованным там отделом сейсмологии, сейсмологические станции в Пекине, Ланчжоу, Сиане и Шанхае, повсюду выступает с докладами о работах по сейсмологии в СССР. По возвращении домой публикует статью с подробным описанием посещенных организаций, состояния и планов развития китайской сейсмологии, организации в стране сейсмической службы, с приведением данных о сейсмическом районировании Китая [63]. На Евгения Федоровича большое впечатление произвели большие и результативные усилия, предпринятые в КНР после революции по развитию сейсмологии и выразившиеся в организации выпуска сейсмографов в стране (по советским чертежам), создании сети сейсмических станций, составлении описательного каталога китайских землетрясений за 3000 лет и предварительной схемы сейсмического районирования, постановке работ по инженерной сейсмологии, подготовке кадров сейсмологов.

Эти две поездки Е. Ф. Саваренского в страны с вековыми традициями в изучении землетрясений были особенно информативными для коллектива Института физики Земли АН СССР и вообще для сейсмологической общественности страны. Его емкие по содержанию и красочные по форме рассказы о поездках вызвали большой интерес у коллектива института и проходили в переполненном конференц-зале. Большое значение, как ясно из предыдущего, Е. Ф. Саваренский придавал публикации насыщенных информацией отчетов о поездках.

Все же особое место в жизни Е. Ф. Саваренского заняла деятельность в Европейской сейсмологической

комиссии (ЕСК). Комиссия была учреждена в 1951 г. на Брюссельской генеральной ассамблее Международного геодезического и геофизического союза (МГГС) и проводила свои заседания раз в полтора-два года. Она входит в число комиссий и комитетов Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли (МАСФНЗ). Первоначальные задачи ЕСК были сформулированы так: координация работ по изучению землетрясений, составление каталогов и карт сейсмичности Европы, изучение строения земной коры в зоне Альп по наблюдениям над отраженными и преломленными волнами от взрывов, унификация и испытание аппаратуры для регистрации близких землетрясений.

В момент учреждения в ЕСК входило около 20 стран. На третьем заседании ЕСК, которое проходило 4—7 апреля 1956 г. в Вене (Австрия), в состав комиссии был принят Советский Союз. Нашу страну на заседании представлял Е. Ф. Саваренский, который и вошел в состав ЕСК. На заседании в Вене, в котором принимало участие более 40 сейсмологов, он выступил с докладом «Об искажениях в картах сейсмичности» [49] и представил еще три советских доклада (Ю. В. Ризниченко, Д. А. Харина и Ф. И. Монахова). Е. Ф. Саваренский был включен в состав двух подкомиссий: по изучению строения Альп и по составлению карты сейсмичности Европы. Из решений заседания, которые в какой-то мере отразились на дальнейшей деятельности Е. Ф. Саваренского, можно упомянуть о рекомендации всем станциям Европы регулярно наблюдать микросейсмы [50].

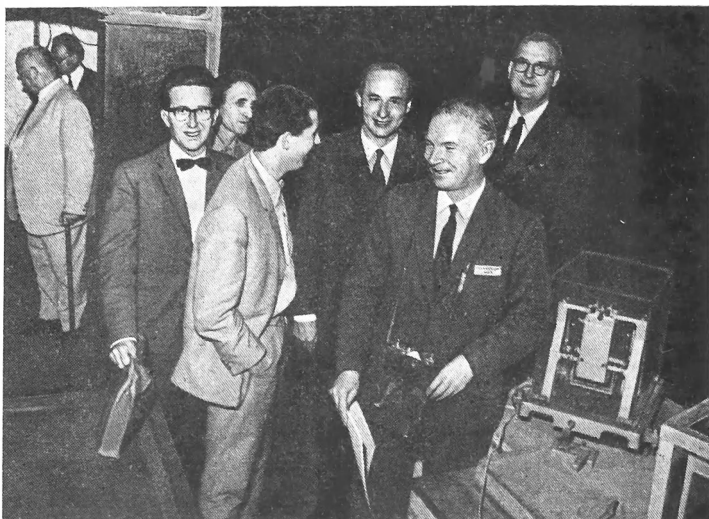
На следующей, четвертой Генеральной ассамблее ЕСК, состоявшейся 8—12 апреля 1958 г. в Утрехте (Голландия), СССР был представлен делегацией в составе: В. В. Белоусов, Е. В. Карус, В. И. Кейлис-Борок, Ю. В. Ризниченко, Е. Ф. Саваренский. Всего собралось 59 участников. На ассамблее были рассмотрены вопросы строения земной коры Центральных Альп, каталогизации приборных и описательных данных об европейских землетрясениях, сейсмической аппаратуры, существования волноводов в земной коре Европы, теоретической сейсмологии, в том числе динамические задачи сейсмологии и вопросы интерпретации.

Советские ученые представили доклады о ГСЗ, о количественном определении и картировании сейсмич-

ности, об определении в СССР магнитуды и энергии землетрясений [85], об оценке подвижек в очагах землетрясений и размеров очагов, о поглощении упругих колебаний в горных породах. Из четырех резолюций, принятых на ассамблее, определенный интерес представляет последняя, подготовленная не без участия Е. Ф. Саваренского. В ней рекомендовалось всем сейсмическим станциям, которые имеют сейсмографы Голицына, или Голицына—Вилипа, или же другие длиннопериодные сейсмографы, пополнить их для установки полного комплекта из трех составляющих, имеющих по возможности одни и те же частотные характеристики. На ассамблее Е. Ф. Саваренский был избран вице-президентом ЕСК [64, 71].

В пятой ассамблее ЕСК, проходившей в Аликанте (Испания) 26—31 октября 1959 г., Е. Ф. Саваренский принял участие вместе с Е. А. Коридалиным. Всего на ассамблею прибыло 52 человека. В программе ассамблеи, готовившейся с участием Евгения Федоровича, были два основных вопроса: сеймотектоническая карта Европы и использование методов динамической сейсмологии для изучения внутреннего строения Земли. Е. Ф. Саваренский председательствовал на втором симпозиуме, где было представлено 19 докладов, и сам сделал доклад о наблюдениях над волнами  $Pg$  и  $Lg$  и их ослаблении при распространении через Черноморский бассейн. В Аликанте Е. Ф. Саваренский был переизбран вице-президентом комиссии, причем ЕСК приняла его поправку об уравнивании прав обоих вице-президентов комиссии.

Во время седьмой Генеральной ассамблеи ЕСК, проходившей 8—12 сентября 1964 г. в Будапеште (Венгрия), рассматривалось много вопросов: результаты изучения строения земной коры в Альпах и Карпатах, сейсмичность различных зон Европы, зависимость между магнитудой и частотой землетрясений, унификация параметров сейсмической аппаратуры, результаты изучения землетрясения, разрушившего город Скопле в Югославии, и др. Была принята сеймотектоническая карта Европы. Обсуждены итоги деятельности комиссии по Карпатам и Балканам, созданной по инициативе СССР. Состоялся симпозиум по строению верхней мантии Земли и ее влиянию на формирование земной коры, на котором было заслушано 60 докладов, из которых 20 были сделаны советскими



**Е. Ф. Саваренский на Генеральной ассамблее ЕСК, Копенгаген, 1966 г.**

Слева направо: А. Р. Ритсема (Голландия), В. Карник (ЧССР),  
Е. Ф. Саваренский

специалистами. Е. Ф. Саваренский вместе с соавторами сделал два доклада: «Расчет дисперсионных кривых волн Лява и Рэлея для двух- и трехслойной земной коры» и «О длиннопериодных волнах Рэлея от Аляскинского землетрясения 28 марта 1984 г.». Здесь в связи с общей реорганизацией ЕСК Е. Ф. Саваренского избрали председателем подкомиссии по верхней мантии и он еще раз был переизбран вице-президентом ЕСК [132, 135].

Юбилейная десятая ассамблея ЕСК была созвана по инициативе Е. Ф. Саваренского в Ленинграде 3—11 сентября 1968 г. и прошла весьма успешно. Евгений Федорович очень радовался тому, что сможет показать зарубежным гостям город, к которому он был неравнодушен, и его пригороды. Спецификой ассамблеи было обилие докладов: около 190, причем более половины было представлено советскими сейсмологами. В связи с этим до ассамблеи, 4—6 июня, в Иене (ГДР) состоялось заседание бюро ЕСК. Е. Ф. Саваренский активно в нем участвовал в качестве вице-пре-



**Е. Ф. Саваренский (справа) и секретарь ЕСК Э. Петершмитт (Франция) посещают сейсмическую станцию «Пулково» во время Ассамблеи ЕСК, 1968 г.**

зидента комиссии. В результате удалось согласовать всю программу ассамблеи, решить бытовые вопросы и, кроме того, договориться о признании русского языка рабочим на период ассамблеи. Пребывание в Иене Е. Ф. Саваренский использовал также для более подробного изучения и последующего описания находящегося в Иене и уже знакомого ему Института геодинамики и обсерватории «Мокса», а также частичного участия в симпозиуме КАПГ по интерпретации сейсмических наблюдений.

Представительная советская делегация в составе 15 человек во главе с Е. Ф. Саваренским приняла

участие в следующей, одиннадцатой ассамблее ЕСК в Люксембурге 21—29 сентября 1970 г. Всего эта ассамблея привлекла 138 сейсмологов из 36 стран. Перед ассамблеей прошел возглавлявшийся Е. Ф. Саваренским симпозиум, посвященный проекту изучения слоев пониженной скорости в земной коре и верхней мантии Европы. Сама ассамблея состояла из двух крупных симпозиумов, один из которых был посвящен аппаратным вопросам, а другой, под председательством Е. Ф. Саваренского, — строению земной коры и верхней мантии в Европе по данным о поверхностных и объемных волнах; на нем было представлено 95 докладов. Во вступительном слове, характеризуя возможности метода поверхностных волн, Е. Ф. Саваренский отметил, что дисперсионные кривые в большей степени определяются вариациями строения среды в горизонтальном направлении (изменением толщины слоев и их упругих свойств), нежели особенностями слоистости среды, как это считалось до последнего времени. В Люксембурге в третий раз была принята новая структура ЕСК (в первый раз это было сделано в Аликанте в 1959 г., во второй раз — в Будапеште в 1961 г.). В частности, была упразднена возглавлявшаяся Е. Ф. Саваренским подкомиссия по строению земной коры и верхней мантии в Европе. Вместе с тем Е. Ф. Саваренского избрали президентом ЕСК.

На пути из Люксембурга в Москву Е. Ф. Саваренский получил возможность на один день остановиться в Страсбурге (Франция) для ознакомления с Институтом физики Земли и с Международным сейсмологическим бюро, которые подробно и описал в своем отчете. Как руководителя ЕСК Е. Ф. Саваренского очень волновала, в частности, проблема унификации сейсмических наблюдений в Европе.

На посту президента ЕСК Е. Ф. Саваренский пробыл до 1972 г., после чего еще некоторое время оставался в бюро комиссии как пост-президент. Таким образом, ученый в период 1956—1976 гг. принял участие во всех 12 состоявшихся ассамблеях ЕСК. Работу в комиссии он очень любил. Его активная и настойчивая деятельность в ЕСК способствовала существенному расширению контактов между советскими и другими европейскими сейсмологами. Сам Евгений Федорович приобрел за это время много зарубежных друзей, по приглашению которых часто выезжал, в частности для

чтения лекций, в Англию, ГДР и дважды в Финляндию.

Первый лекторский визит в эту страну состоялся 18—29 января 1966 г. Е. Ф. Саваренский посетил Сейсмологический институт и Институт теоретической физики Хельсинкского университета, геофизический отдел государственной геологической службы, расположенную вблизи Хельсинки геофизическую обсерваторию Нурмиярви, сейсмическую станцию и университет в г. Оулу на северо-западе Финляндии, заполярную сейсмологическую станцию в Соданкюля. 27 января он прочел в Хельсинкском университете лекцию «Изучение землетрясений и внутреннее строение Земли». Объявление о лекции было опубликовано в газете, и на ней присутствовало около 40 специалистов.

Второй визит имел место 20—30 июня 1977 г. и во многом напоминал первый. Е. Ф. Саваренский посетил Сейсмологический институт Хельсинкского университета, кафедру геофизики университета г. Оулу и заполярную сейсмическую станцию Кево. В Сейсмологическом институте он прочитал два доклада: о советской сейсмологии и ее достижениях и о неоднородных плоских сейсмических волнах и их роли в формировании поверхностных сейсмических волн. В Оулу он провел собеседование о задачах современной сейсмологии и ее развитии. В Кево принял участие в открытии мемориального камня жителю Лапландии Холланду, помогавшему 250 лет назад французскому академику Менару проводить измерение дуги большого круга Земли. Обе поездки Е. Ф. Саваренский старался использовать для постановки и развития совместных советско-финских сейсмологических работ и, можно сказать, для поддержки финской сейсмологии. Так, в 1966 г. в Оулу им был замечен и поддержан молодой сейсмолог Хейки Корхонен, который позднее стал директором Сейсмологического института в Хельсинки.

После истечения срока выборных должностей в ЕСК Е. Ф. Саваренский участвовал в создании Европейской ассоциации по сейсмостойкому строительству и инженерной сейсмологии (ЕАССИС) и на первой учредительной конференции ассоциации в Югославии в 1978 г. был избран ее вице-президентом. В этом новом качестве 3—15 сентября 1979 г. он принял участие



в седьмом региональном семинаре по инженерной сейсмологии, который был проведен в пригороде Стамбула и организован Международной и Европейской ассоциациями по сейсмостойкому строительству и инженерной сейсмологии при участии ЮНЕСКО и ЮНДРО. На симпозиуме было прочитано 48 докладов и лекций, преимущественно по вопросам сейсмостойкого строительства АЭС. Е. Ф. Саваренский сделал на симпозиуме доклад о взаимосвязи развития сейсмологии и инженерных приложений.

Комментируя другие доклады, он, в частности, отметил, что советские специалисты опередили зарубежных в понимании необходимости усиления стыков вертикальных и горизонтальных конструкций; то, что это обстоятельство не было учтено, привело к усилению разрушений при Румынском землетрясении 1977 г. Как всегда, поездку в новую страну Е. Ф. Саваренский использовал для получения информации о ее сейсмологических учреждениях. Особенно его заинтересовала находившаяся в Стамбуле и основанная в 1932 г. обсерватория Кандилли с подчиненными ей сейсмологическими станциями страны. Первостепенное внимание Е. Ф. Саваренский обратил на развернутую вокруг Мраморного моря сеть из шести автоматизированных радиотелеметрических станций, оснащенных английским оборудованием. По такого рода наблюдениям СССР отставал и, к сожалению, продолжает отставать от других стран.

Сосредоточив свою международную деятельность в основном в ЕСК и затем в ЕАССИС, Е. Ф. Саваренский вместе с тем старался принимать максимально активное участие в работе Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли, куда входит ЕСК, и Международного геодезического и геофизического союза, куда входит МАСФНЗ.

Впервые Е. Ф. Саваренский участвовал, правда заочно, в десятой Генеральной ассамблее МГГС, состоявшейся в 1954 г. в Риме. Его обзорный доклад «Сейсмическая служба и анализ сейсмических наблюдений в СССР», где рассказывалось о развитии сейсмологии в России и СССР с конца XIX в. и по 50-е годы XX в. [36, 43, 46], был зачитан Г. П. Горшковым. На следующую, одиннадцатую Генеральную ассамблею МГГС, проходившую в Торонто (Канада), Е. Ф. Саваренский направил доклад под названием «Результата-

ты изучения сейсмичности СССР» [61, 84], где рассказывалось почти исключительно о готовящемся «Атласе землетрясений в СССР». Были воспроизведены первые варианты основных 16 карт Атласа.

Непосредственное участие Е. Ф. Саваренский принял впервые в двенадцатой Генеральной ассамблее МГГС в 1960 г. в Хельсинки. Там он, в частности, был избран членом Межассоционного комитета по цунами, а на следующей ассамблее в 1963 г. в Беркли (США) был избран вице-президентом этого комитета. Он участвовал во всех последующих ассамблеях Союза (1967 г. — Швейцария, 1971 г. — Москва, 1975 г. — Гренобль, 1979 г. — Канберра). На ассамблее в Москве Е. Ф. Саваренский был конвинером симпозиума по предсказанию землетрясений. Его поездка в конце 1979 г. на Генеральную ассамблею МГГС в Австралию, где он возглавлял советскую делегацию из восьми человек на сессию Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли (МАСФНЗ), в значительной мере подорвала его силы и, к сожалению, стала последней зарубежной командировкой Евгения Федоровича.

Е. Ф. Саваренский принимал также участие в ассамблеях МАСФНЗ, не связанных с генеральными ассамблеями МГГС, а именно в 1969 г. в Испании и в 1973 г. в Перу. Возвращаясь осенью 1969 г. из Мадрида в СССР, Е. Ф. Саваренский получил разрешение на полдня остановиться в Париже и использовал эту возможность для ознакомления с деятельностью парижского Института физики Земли.

В 1961 г. Е. Ф. Саваренский вместе с Н. В. Кондорской участвует в важном мероприятии МАСФНЗ — обсуждении с участием представителей ЮНЕСКО в Париже перспектив издания международных сейсмологических сводок.

Дело было деликатным, так как обсуждение проходило в условиях быстрого развертывания американцами мировой сети стандартизированных сейсмических станций, с одной стороны, и обозначившегося застоя в развитии советской сейсмической службы — с другой, и противоречивого отношения европейских сейсмологов к сохранению международных сейсмологических центров в Европе, имевших большие исторические заслуги в подготовке и публикации мировых сейсмологических сводок. В 1967—1971 гг. ученый избирался членом ис-

полкома МАСФНЗ, один срок был вице-президентом ассоциации.

В середине 60-х годов Е. Ф. Саваренский, как уже говорилось, активно заинтересовался проблемой прогноза времени землетрясений. В первой заметке на эту тему, опубликованной в международном журнале «Тектонофизика» [160], он обращал внимание на ненормальность отсутствия организованного международного сотрудничества по этой исключительно важной проблеме. Соответствующее предложение было сделано советской делегацией в 1965 г. на заседании консультативного комитета ЮНЕСКО по общей и инженерной сейсмологии в Тбилиси. Комитет обратился с аналогичной просьбой в МАСФНЗ.

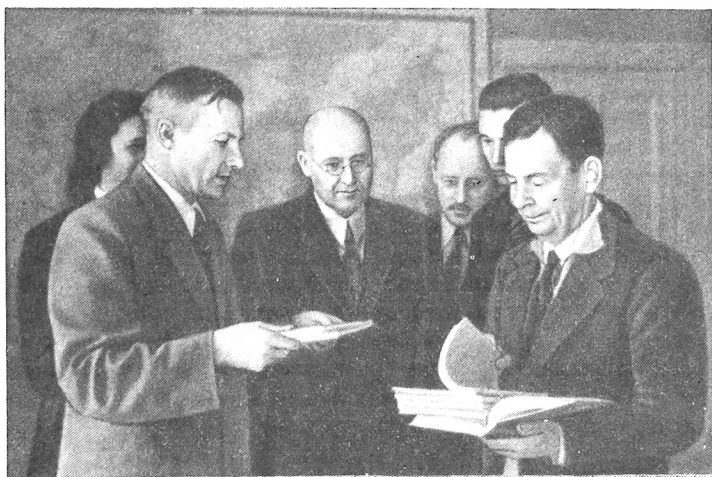
В 1967 г. на Генеральной ассамблее МАСФНЗ в Цюрихе была учреждена международная координационная группа по поискам предвестников землетрясений и ее первым председателем избран профессор Т. Хагивара. Научный симпозиум группы был проведен во время ассамблеи МАСФНЗ в Мадриде в 1969 г. Второй симпозиум по предвестникам землетрясений состоялся в 1971 г. в Москве во время очередной ассамблеи МАСФНЗ под председательством Е. Ф. Саваренского. Группа была преобразована в Комиссию по прогнозу землетрясений, и Е. Ф. Саваренский был избран ее председателем. Третий симпозиум по прогнозу землетрясений был созван в Лиме в 1973 г. также во время Генеральной ассамблеи МАСФНЗ [191]. Симпозиум собрал более 60 ученых из 22 стран и состоял из четырех заседаний, на одном из которых председательствовал Е. Ф. Саваренский. Были рассмотрены 5 национальных программ по прогнозу землетрясений и 22 научных доклада. Следующий же, четвертый симпозиум был проведен в мае—июне 1974 г. в Ташкенте. Было представлено около 50 докладов и сообщений, состоялось 8 заседаний, в том числе одно, посвященное национальным и другим программам по поиску предвестников землетрясений. Три раза заседала комиссия МАСФНЗ [196]. Опубликованы труды этого симпозиума.

В 1976 г. Е. Ф. Саваренский принимает участие в межправительственной конференции ЮНЕСКО по оценке и смягчению последствий сильных землетрясений и избирается в состав консультативного комитета по ослаблению сейсмической опасности при ЮНЕСКО.



**Группа сейсмологов на сейсмической станции «Москва», 1959 г.**

Сидят, слева направо: Н. В. Кондорская, Г. Джеффрис (Великобритания), Фу Чен-и (КНР). Стоят, слева направо: Д. П. Киринос, Н. В. Вешняков, Д. А. Харин, Е. А. Коридалини, Е. Ф. Саваренский, Е. С. Борисевич, В. М. Архангельская, О. Н. Соловьева



**Профессор К. Буллен (Австралия) (крайний справа) на сейсмической станции «Москва», конец 50-х годов**

**Таблица 2**  
**Работа Е. Ф. Саваренского за рубежом**

Год, месяц	Страна, город	Цель поездки
1954, май	Румыния (Бухарест)	Участие в конференции, посвященной 20-летию сейсмологической секции обсерватории АН Румынии [43, 44, 45]
1955, октябрь	Бельгия (Брюссель)	Участие в заседании Специального комитета МГГС по проведению МГГ [48]
1956, апрель	Австрия (Вена)	Участие в третьей Генеральной ассамблее ЕСК [50]
1957, март	Чехословакия (Прага) Япония (Токио и др.)	Участие в сейсмологической конференции Чехословацкой АН [57] Участие в региональной конференции по проведению МГГ и ознакомление с работами по сейсмологии [59]
1957, декабрь	Китай (Пекин и др.)	Ознакомление с работами по сейсмологии [63]
1958, апрель	Голландия (Утрехт)	Участие в четвертой Генеральной ассамблее ЕСК [64]
1958, сентябрь	Венгрия (Будапешт)	Участие в четвертой Международной конференции Общества геофизиков Венгрии [75]
1959, октябрь	Испания (Аликанте)	Участие в пятой Генеральной ассамблее ЕСК
1960, август	Финляндия (Хельсинки)	Участие в двенадцатой Генеральной ассамблее МГГС [106, 107, 115] и в шестой Генеральной ассамблее ЕСК [Соловьев, 1961а]
1961	Англия Франция (Париж)	Чтение лекций по сейсмологии Участие в заседании по Международной сейсмологической сводке
1962, сентябрь	ГДР (Иена)	Участие в седьмой Генеральной ассамблее ЕСК [128]
1963, август	США (Беркли)	Участие в тринадцатой Генеральной ассамблее МГГС [129]
1964, сентябрь	Венгрия (Будапешт)	Участие в восьмой Генеральной ассамблее ЕСК [132]
1966, январь	Финляндия (Хельсинки и др.)	Чтение лекций по сейсмологии
1966, август	Дания (Копенгаген)	Участие в девятой Генеральной ассамблее ЕСК [150–152]
1967, сентябрь	Швейцария (Цюрих)	Участие в четырнадцатой Генеральной ассамблее МГГС [153–156, 162, 169, 170]

Таблица 2 (продолжение)

Год, месяц	Страна, город	Цель поездки
1968, июнь	ГДР (Иена)	Участие в заседании бюро ЕСК
1969, сентябрь	Испания (Мадрид)	Участие в Генеральной ассамблее МАСФНЗ [177, 178]
1969, сентябрь	Франция (Париж)	Посещение Института физики Земли
1970, сентябрь	Люксембург (Люксембург)	Участие в одиннадцатой Генеральной ассамблее ЕСК
1970, сентябрь	Франция (Страсбург)	Ознакомление с Институтом физики Земли и Международным сейсмологическим бюро
1971	Япония ГДР	— —
1972	Румыния (Брашов)	Участие в тринадцатой Генеральной ассамблее ЕСК [192]
1973, август	Перу (Лима)	Участие в семнадцатой Генеральной ассамблее МАСФНЗ [191]
1974, апрель	ГДР (Иена)	Участие в международном симпозиуме по случаю 50-летия Института физики Земли и 75-летия сейсмологических наблюдений в Иене [193]
1974, сентябрь	Италия	Участие в четырнадцатой Генеральной ассамблее ЕСК
1975, август — сентябрь	Франция (Гренобль)	Участие в шестнадцатой Генеральной ассамблее МГГС
1976	США (Вашингтон и др.)	Участие в рабочей группе по сейсмостойкости на советско-американских переговорах, ознакомление с состоянием сейсмологии в Калифорнии
1976, февраль	Франция	Участие в Межправительственной конференции по изучению и ослаблению разрушительных последствий землетрясений
1976	Финляндия	—
1976, апрель	ГДР (Лейпциг)	Проведение заседания рабочей группы 1.3 КАПГ [205]
1976, сентябрь	Польша (Краков)	Участие в пятнадцатой Генеральной ассамблее ЕСК [206, 207]
1977, июнь	Финляндия (Хельсинки и др.)	Чтение лекций по сейсмологии

Таблица 2 (окончание)

Год, месяц	Страна, город	Цель поездки
1977	ГДР	Чтение лекций по сейсмологии
1978	Венгрия (Шопрон)	Участие в Международном симпозиуме и проведение заседания рабочей группы 1.3 КАПГ
1978, сентябрь	Югославия	Участие в проведении заседания Европейской ассоциации по сейсмостойкому строительству и инженерной сейсмологии
1979, апрель	Франция (Париж)	Участие в симпозиуме по предсказанию землетрясений и в заседании экспертов по разработке рекомендаций ЮНЕСКО [215]
1979, сентябрь	Турция (Стамбул)	Участие в седьмом региональном семинаре по инженерной сейсмологии
1979, декабрь	Австралия (Канберра)	Участие в семнадцатой Генеральной ассамблее МГГС

Примечания. ЕСК — Европейская сейсмологическая комиссия; КАПГ — Комиссия академий наук социалистических стран по сотрудничеству в области планетарной геофизики; МАСФНЗ — Международная ассоциация сейсмологии и физики недр Земли; МГГ — Международный геофизический год; МГГС — Международный геодезический и геофизический союз.

2—6 апреля 1979 г. также в Париже он участвовал в симпозиуме по предсказанию землетрясений и в заседании экспертов по разработке рекомендаций ЮНЕСКО, связанных с дальнейшим развитием работ в этой области. Подводя итоги весьма представительному симпозиуму, в котором участвовало 250 специалистов 40 стран, Е. Ф. Саваренский [215] справедливо отмечал, что необходимо создание количественной теории подготовки землетрясений, для чего нужно значительно интенсифицировать теоретические исследования и лабораторные эксперименты по физике очага землетрясения, что проблема предсказания времени возникновения землетрясений еще не решена, хотя и достигнуты существенные результаты по выявлению комплекса предвестников сильных землетрясений.

Формальные итоги международной деятельности Е. Ф. Саваренского состоят в том, что он более 40 раз выезжал за границу, посетив 21 страну (табл. 2). Сле-

дует отметить, что Е. Ф. Саваренский неплохо владел английским языком и читал по-немецки и по-французски. Его деятельность во многом способствовала повышению международного авторитета советской сейсмологии. За рубежом осталось много ученых, сохранивших самую добрую память об Е. Ф. Саваренском, в чем мне пришлось неоднократно убеждаться лично. Евгений Федорович провел много международных научных совещаний в СССР или активно участвовал в таких совещаниях. Он охотно и достойно принимал у себя зарубежных специалистов, в том числе таких всемирно известных сейсмологов, как Г. Джеффрис, К. Буллен, К. Вадати, Б. Болт, Ж.-П. Ротэ, и многих других.



## Глава 6

### **Руководство Советом по сейсмологии и Междуведомственным советом по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР**

29 сентября 1955 г. после смерти Г. А. Гамбурцева Е. Ф. Саваренский был назначен исполняющим обязанности председателя Совета по сейсмологии АН СССР, учрежденного в 1949 г. после Апхабадского землетрясения 1948 г., а в 1956 г. был утвержден в должности. Евгений Федорович с предельной ответственностью относился к своей работе на этом высоком посту. Его руководство Советом было многогранным. На первое место можно, пожалуй, поставить его постоянные усилия по составлению научно обоснованных национальных программ в области сейсмологии, а позднее и сейсмостойкого строительства.

Под руководством Е. Ф. Саваренского и при его активном личном участии было составлено пять таких программ соответственно на VI (1956—1960 гг.), VII (1961—1965 гг.), VIII (1966—1970 гг.), IX (1971—1975 гг.), X (1976—1980 гг.) пятилетки.

Е. Ф. Саваренскому удалось добиться того, что проблема сейсмологии и сейсмостойкого строительства стала регулярно включаться в число важнейших национальных программ ГКНТ.

Первая из программ под названием «Изучение землетрясений и сейсмическое районирование» была подготовлена и оформлена небольшой брошюрой в 1957 г. Основной целью исследований объявлялось сейсмическое районирование СССР, попутной — определение строения земной коры и внутренних частей земного шара.

Отмечалось, что сроки решения задачи о предсказании землетрясений трудно указать, но что даль-

нейшие исследования в этом направлении необходимо продолжать на основе более глубокого изучения физической природы землетрясений и сопутствующих им явлений. Обращалось внимание на то, что в СССР по сравнению с некоторыми зарубежными странами были недостаточно развиты работы по изучению поверхностных сейсмических волн, измерению медленных деформаций земной коры, не были организованы (в то время) сейсмические наблюдения для оповещения о цунами, недостаточно развиты приборные наблюдения над сильными землетрясениями. Программа была разбита на три раздела: изучение землетрясений, сейсмическое районирование, научно-технические средства решения проблемы. Эти направления с теми или иными видоизменениями сохранились и в последующих пятилетних планах по сейсмологии и сейсмостойкому строительству.

В первом разделе провозглашалось, что изучение сейсмичности и обобщение результатов наблюдений над землетрясениями отдельных зон к концу пятилетки будут полностью вестись в зональных (республиканских) учреждениях. Евгений Федорович придавал реализации этого принципа огромное значение, долго трудился над этим, и его принципиальная установка была позднее успешно претворена в жизнь путем создания институтов сейсмологии во всех республиках Средней Азии и в Казахстане и сейсмологических подразделений во многих других местах. Предусматривался выпуск «Атласа сейсмичности СССР» и монографии «Землетрясения в СССР». Имелся большой раздел «Изучение физических и геологических условий и причин возникновения землетрясений». Во многом его положения сохраняют силу и сейчас, спустя 30 лет. Так, предполагалось решать следующие задачи: выяснение взаимной связи землетрясений различной энергии в пространстве и времени, изучение изменений электромагнитного и гравитационного полей, которые могут послужить прогностическими признаками землетрясений, установление геологических критериев сейсмичности, теоретические и лабораторные исследования деформаций реальных сред. В этот же раздел были включены выполненные впоследствии работы по изучению сейсмических условий возникновения цунами и по тематике МГГ.

Второй раздел охватывал четыре крупных направ-

ления: изучение сейсмических воздействий на сооружения, сейсмическое районирование территории СССР, сейсмическое микрорайонирование, изучение взаимодействий между грунтом и сооружением при землетрясениях.

Много важных задач сформулировано и в третьем, аппаратурном разделе. Они были решены не полностью; так, по независящим от Е. Ф. Саваренского причинам до сих пор остается нереализованной записанная в программе его мечта о создании полуавтоматических, а затем автоматически действующих наблюдательных пунктов, работающих без персонала и не нуждающихся в помещениях.

В период следующей, седьмой пятилетки в связи со столетием Б. Б. Голицына Е. Ф. Саваренский выступил в печати с подробным изложением задач советской сейсмологии [116]. Повторяя и развивая положения предыдущей программы, он особо подчеркивал необходимость развития инженерно-сейсмологических исследований, актуальность разработки, производства и установки инженерно-сейсмологической аппаратуры, позволяющей регистрировать колебания при разрушительных землетрясениях, необходимость районирования площадок строительства крупных энергетических промышленных сооружений в Средней Азии и других местах.

Следует сказать, что проблема регистрации сильных колебаний земной поверхности занимала Е. Ф. Саваренского еще до прихода на пост руководителя Совета по сейсмологии. В одном из обзоров начала 50-х годов он отмечал, что высокочувствительные сейсмографы, регистрирующие неуловимые движения почвы, бесполезны для сильных близких землетрясений. В то время лишь 15 советских сейсмических станций были оснащены сейсмографами, которые так или иначе записывали сильные колебания. В создание службы сильных движений Е. Ф. Саваренский вложил много энергии и инициативы, что, как будет показано дальше, увенчалось определенными осязаемыми результатами.

В этой же публикации Е. Ф. Саваренский дал краткий обзор результатов поиска предвестников землетрясений, что его всегда глубоко интересовало, и перспектив развития этих работ, а также итогов и перспектив изучения строения Земли сейсмологическими метода-

ми. По разделу сейсмической службы он особое внимание обращал на необходимость разработки достаточно надежных и массовых способов определения глубины очагов «коровых» землетрясений, чего, надо сказать, не удалось добиться до сих пор.

Быстрое развитие сейсмологии на местах, в том числе создание сетей зональных и республиканских сейсмических станций, обострили задачу унификации сейсмологических наблюдений, выполняемых на территории СССР, и задачи оптимальной организации сейсмической службы в СССР в начале 60-х годов стали одними из самых актуальных. Максимально способствуя развитию сейсмологии в масштабах республик и зон, Евгений Федорович вместе с тем постоянно стремился к ее разумной централизации в целом в стране. По его предложению Единая сейсмическая служба (ЕСС) СССР была преобразована в Единую систему сейсмических наблюдений (ЕССН). Созданная ранее в Совете по инициативе Евгения Федоровича комиссия по сейсмической службе была преобразована в комиссию по ЕССН. Сессия Совета 1964 г. определила основные задачи ЕССН, под руководством Е. Ф. Саваренского было подготовлено принятое в 1965 г. соответствующее постановление об ЕССН [148].

Е. Ф. Саваренского очень волновала проблема наилучшей организации системы сейсмических наблюдений в СССР. Он боролся за сохранение в советской сейсмической службе традиций Б. Б. Голицына и любил напоминать слова последнего, предупреждавшего, что наблюдения должны быть поставлены так, чтобы не «собирать массу статистического материала... множество записей, с которыми впоследствии не будем знать, как поступать» [Голицын, 1960. С. 483]. Задачи системы формулировались следующим образом: 1) обеспечение сейсмостойкого строительства записями сильных сейсмических колебаний земной поверхности; 2) регистрация удаленных землетрясений и изучение внутреннего строения Земли; 3) изучение региональной сейсмичности, строения земной коры в регионе, поиск предвестников землетрясений; 4) срочные донесения в правительство о сильных землетрясениях и оповещение о цунами. Станции были разделены на опорные и региональные. Руководство первыми сохранялось за Институтом физики Земли АН СССР, руко-

водство вторым должно было осуществляться зональными центрами.

В программной работе [148] был поднят также вопрос о наиболее разумном размещении сейсмологических институтов в СССР. Е. Ф. Саваренский считал, что «в идеале в СССР должно быть три сейсмологических института... в Средней Азии, на Кавказе и на Востоке страны. Все же существующие местные сейсмологические коллективы должны быть филиалами или региональными отделами этих институтов. Тогда можно было бы консолидировать и более разумно разделять усилия для решения наиболее актуальных проблем сейсмологии». Хотя, как уже говорилось, Евгений Федорович был безусловно убежден в необходимости максимального развития сейсмологии на местах, его вместе с тем беспокоило, что республиканские учреждения иногда повторяли друг друга, создавали мелкие сейсмические службы. В силу ряда существенных причин экономического и политического характера фактическое развитие сети сейсмологических учреждений в СССР разошлось с предложенным Е. Ф. Саваренским планом: в Средней Азии вместо одного было создано, как отмечалось, пять институтов сейсмологии, в то время как на Дальнем Востоке, на который приходится 80% землетрясений страны, такого института нет до сих пор.

На первом году восьмой пятилетки, ранним утром 26 апреля 1966 г., землетрясением была разрушена центральная часть Ташкента. Землетрясение было сравнительно небольшим, его магнитуда равнялась  $5,1 \pm 0,2$ , но очаг находился в центре огромного города и на небольшой глубине ( $8 \pm 2$  км), в результате чего сила сотрясений в очаговой области составила 7–8 баллов по 12-балльной шкале. Находившиеся здесь старые строения развалились, но новые здания, возведенные по правилам сейсмостойкого строительства, не пострадали.

Пришедшая в Ташкент беда вызвала сочувственное внимание всей страны и желание оказать пострадавшему городу посильную помощь. Через несколько часов в Ташкент прибыли руководители Коммунистической партии Советского Союза и правительства страны, была организована правительственная комиссия по ликвидации последствий землетрясения, принят ряд срочных мер по оказанию помощи населению.

Е. Ф. Саваренский активно участвовал в изучении причин возникновения и последствий землетрясения. Опираясь на работы узбекских и других специалистов, он срочно подготовил описание этого события, коснувшись тектонических предпосылок землетрясения, его поверхностного эффекта, пространственного положения и конфигурации очага и процессов в нем, временного хода последующих толчков землетрясения [142, 145]. Позднее ученый сыграл важную роль в подготовке крупной научной монографии о Ташкентском землетрясении [Ташкентское..., 1971].

30 мая 1966 г. Е. Ф. Саваренский и академик АН УзССР А. М. Акрамходжаев выступили с рассказом о Ташкентском землетрясении на заседании президиума АН СССР. По итогам докладов и их обсуждения было одобрено предложение АН УзССР об организации в Ташкенте Института сейсмологии. Были приняты и другие решения, направленные на развитие сейсмологических наблюдений в СССР.

Из уроков Ташкентского землетрясения Е. Ф. Саваренский сделал также вывод о необходимости расширения сейсмологических исследований в рамках строительных ведомств [143]. Он обратил внимание на то, что в СССР на площади более 2 млн кв. км («шесть Японий») могут происходить разрушительные землетрясения силой семь и более баллов. В год на территории СССР возникает 20–25 (пять — без учета Курило-Камчатской зоны) землетрясений, аналогичных тому, что было в Ташкенте (или более сильных). Сейсмоактивные территории, особенно Средней Азии, интенсивно застраиваются, и поэтому вероятность возникновения сильного землетрясения на территории крупного города, энергетического или промышленного объекта неуклонно растет. Вместе с тем необходимо помнить, что мероприятия по повышению сейсмостойкости зданий и сооружений требуют дополнительных затрат.

В связи с этим Е. Ф. Саваренский вместе с В. В. Федькинским и М. Н. Полшковым выдвинул задачу изучения возможных очаговых зон землетрясений, угрожающих крупным городам и стройкам, методами разведочной геофизики, трассирования тектонически активных и сейсмоопасных структур земной коры.

С другой стороны, и это главное, Е. Ф. Саваренский развернул обширную программу постановки стацио-

нарных наблюдений над колебаниями почвы и зданий при сильных землетрясениях в городах и районах важных строек.

Он предложил установить не менее 200—300 приборов для записи сильных движений на грунте и около 100 в ответственных узлах и элементах сооружений, а также создать централизованные сети сейсмологических наблюдений на крупных плотинах.

Для реализации этого плана, поддержанного научной общественностью страны, потребовалось объединение усилий Академии наук СССР, республиканских академий наук, госстроев СССР и республик, Министерства энергетики и электрификации СССР, министерств геологии, Главного управления геодезии и картографии и других ведомств. Для реализации этого Е. Ф. Саваренский предложил преобразовать Совет по сейсмологии при президиуме АН СССР в Междуведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству при президиуме АН СССР, ГКНТ СМ СССР и Госстрое СССР (МСССС).

Соответствующее решение было принято уже 7 февраля 1967 г., председателем преобразованного Совета был утвержден Е. Ф. Саваренский (см.: Вестн. АН СССР. 1967. № 9. С. 118).

В Совете были образованы две тематические секции: сейсмологии и сейсмостойкого строительства и ряд региональных (Кавказская, Среднеазиатская, Сибирская, Дальневосточная). Е. Ф. Саваренский с момента создания МСССС и до конца жизни занимал с некоторыми перерывами пост председателя секции сейсмологии.

Выступая с программной статьей о деятельности нового Совета. Евгений Федорович писал: «Задача состоит в том, чтобы, не прекращая ряда интересных традиционных задач, значительное внимание уделить двум вопросам: 1) изысканию внутриземных процессов, предваряющих землетрясения, для создания в дальнейшем способов их предсказания; 2) разработке основ к получению данных для обоснованного и экономически рационального сейсмостойкого строительства» [166].

Сущность мероприятий по второму направлению этапа уже характеризовалась выше. Комментируя же первое направление, Е. Ф. Саваренский высказал ряд краеугольных положений, полностью сохраняющих

свою значимость и в наши дни, 20 лет спустя. Он был противником поиска предвестников землетрясений методом «ползучего эмпиризма», что, однако, получило широкое распространение в СССР и за рубежом. Как указывал Евгений Федорович, попытки такого рода уже наталкивались на непреодолимые трудности огромных капитальных затрат без уверенности в их необходимости. Он писал, что нужно быть реалистами и браться за посильные работы. Евгений Федорович отмечал также, что ввиду разнообразия причин и условий возникновения землетрясений трудно сразу ставить вопрос об универсальных предвестниках землетрясений. Подчеркивалась необходимость значительного расширения работ в сторону физики и термодинамики процессов разрушения горных пород и возникновения массовых трещин при пластических деформациях, необходимость составления научно обоснованной программы по выявлению предвестников землетрясений.

Е. Ф. Саваренский обращал внимание, что современное гидротехническое и другое крупное строительство требует значительно более точных и определенных сведений о глубинных разломах кристаллического фундамента, да и всей земной коры, а также оценки сейсмической активности этих дизъюнктивных элементов. Он предложил ввести в карту сейсмического районирования оценки повторяемости разрушительных землетрясений, что и было сделано впоследствии [203]. Возвращаясь Е. Ф. Саваренский и к своему старому предложению об «освобождении» стационарных сейсмологических станций от капитальных зданий и живущего на станциях персонала путем перехода к использованию автоматических сейсмологических станций длительного действия.

Интересны мысли Е. Ф. Саваренского о сущности организационной деятельности Совета. «Нам остается,— писал он,— терпеливая, но непреклонная направляющая деятельность, не опирающаяся на принуждение, а использующая наиболее эффективный метод убеждений». И далее: «Мы должны уберечь себя от излишеств формы, когда придается чрезмерное внимание не тому, что необходимо делать, а как делать» [166. С. 115—116]. После смерти Е. Ф. Саваренского и прихода к руководству Совета новых лиц актуальность приведенных слов только возросла.



Для координации усилий по решению различных конкретных задач в Совете создавались комиссии и рабочие группы. Зачастую инициатором их учреждения был сам Евгений Федорович. Как уже говорилось, еще в 50-е годы по его инициативе была создана комиссия по цунами, которой он руководил длительное время, передав ее мне в конце 60-х годов, вскоре после преобразования Совета по сейсмологии в МСССС. Им была также создана комиссия по изучению внутреннего строения Земли на основании наблюдений над объемными и поверхностными волнами, которой он руководил до конца своей жизни.

После смерти А. Д. Цхакая Е. Ф. Саваренский взял на себя функции руководителя Кавказского зонального центра ЕССН.

Уделяя большое внимание регулярному проведению сессий Совета и его комиссий, Евгений Федорович в то же время считал, что члены Совета должны систематически посещать сейсмологические учреждения на местах, предлагал и другие организационные формы работы Совета.

Подводя через десять лет итоги выполнения намеченной программы, Е. Ф. Саваренский с удовлетворением констатировал [203], что в крупных городах сейсмоактивных зон, таких, как Ташкент, Алма-Ата, Ашхабад, Душанбе, Ереван, Ленинкан, Кишинев и др., создано более 80 инженерно-сейсмометрических станций. Каждая станция состоит из нескольких приборов, которые установлены на различных этажах и у основания зданий. Были начаты инженерно-сейсмологические работы на крупных плотинах и на АЭС.

Подводя одновременно итоги достижений советской сейсмологии за 60 лет [203], Е. Ф. Саваренский высказывал и некоторые соображения о ее дальнейшем развитии. Его волновала система измерения силы сейсмических сотрясений, в частности разработка более обоснованной шкалы балльности, а также развитие методов сейсмического микрорайонирования в районах вечной мерзлоты, что типично, например, для трассы Байкало-Амурской магистрали, где крупные работы по детальному сейсмическому районированию начались по инициативе Е. Ф. Саваренского в 1974 г. Он отмечал важность определения порога линейности колебаний при сильных сейсмических сотрясениях, имея в виду с одной стороны угрозу необратимых деформаций в

грунтах, а с другой стороны, возможность адаптации зданий к сотрясениям благодаря нелинейным пластическим деформациям. Отмечал Е. Ф. Саваренский и некоторое приближение возможности предсказания землетрясений, связанное с увеличением числа обнаруженных предвестников и значительно большей уверенностью предсказания по совокупности предвестников, а не по одному из них.

Не останавливаясь в деталях на всех упомянутых пятилетних программах, можно лишь сделать заключение, что за все время руководства Советом Евгений Федорович регулярно включал в программы сейсмическое районирование разной детальности, выдачу необходимых данных для сейсмостойкого строительства, поиск предвестников и прогноз землетрясений, разработку новой аппаратуры, а также изучение строения Земли. Большое значение придавал он контролю за выполнением планов.

Постановлением о Совете, принятом в 1949 г., предусматривалось ежегодное проведение двух его сессий: московской и выездной (что выполняется, надо сказать, не очень регулярно). Е. Ф. Саваренский проведению сессий отдавал всю свою душу. Он не умел быть равнодушным к делу. За период руководства Советом Е. Ф. Саваренским было подготовлено и проведено около 40 научных сессий и совещаний (табл. 3), и каждый раз это стоило ему огромного нервного напряжения. К концу 70-х годов среди совещаний, к которым Евгений Федорович готовился, пожалуй, с особым интересом и подъемом, особое место стали занимать школы по инженерной сейсмологии.

Помимо общего руководства сессиями и участия в них с научными докладами, Е. Ф. Саваренский считал своим долгом предварять их вступительным словом, которое каждый раз он тщательно готовил, сочетая интересное содержание с элегантной формой. Большое внимание он уделял заблаговременной подготовке проектов решений сессий.

Вместе с тем в деятельности Е. Ф. Саваренского как председателя Совета основной была работа не с бумагами, а с живыми людьми. Связи с сейсмологами с мест он придавал исключительное значение. Когда, работая на Сахалине, я приезжал в Москву, Е. Ф. Саваренский непременно приглашал меня побеседовать к себе домой и не было вечера, чтобы у него не состо-

Таблица 3

**Важнейшие сессии и совещания  
Совета по сейсмологии АН СССР  
и Междуведомственного совета по сейсмологии  
и сейсмостойкому строительству АН СССР,  
подготовленные и проведенные Е. Ф. Саваренским**

Год, месяц	Место	Содержание мероприятия	Публикации
1956, сентябрь	Ленинград	Сессия, посвященная 50-летию сейсмической станции «Пулково»	—
1958, март	Москва	Сессия по сейсмическому районированию	[Соловьев, 1958, 1960а]
1959	Москва	Сессия ЕСС	[Соловьев, 1959а, б]
1959, июнь	Иркутск	Сессия по сейсмичности и тектонике Прибайкалья	[Соловьев, 1959в]
1960, апрель	Москва	Сессия по сейсмическому районированию СССР, обнаружению подземных взрывов, развитию сейсмической службы СССР	[Соловьев, 1960б]
1961, апрель	Москва	Сессия по сейсмическому микрорайонированию	[Соловьев, 1961б]
1961, октябрь	Ереван— Ленинакан	Сессия по инженерной сейсмологии	[Архангельская, 1962г]
1962, май	Ленинград	Сессия, посвященная 100-летию со дня рождения Б. Б. Голицына и изучению строения Земли	[Аноним, 1962; Архангельская, 1962б]
1962, октябрь	Душанбе	Сессия по вопросам сейсмологии, сейсмостойкого строительства и инженерной сейсмологии	[Архангельская, 1963], [119]
1963, декабрь	Москва	Сессия по новой карте сейсмического районирования территории СССР	[Архангельская, 1964]
1964	Москва	Сессия по ЕССН	—

Таблица 3 (продолжение)

Год, месяц	Место	Содержание мероприятия	Публикации
1964, ноябрь	Ашхабад	Сессия по региональной сейсмичности и основам сейсмостойкого строительства в Туркмении	[Архангельская, 1965а]
1965, апрель	Москва	Сессия, посвященная работам Института физики земли АН СССР	[Архангельская, 1965б]
1965, декабрь	Южно-Сахалинск	Сессия по сейсмичности и глубинному строению Дальнего Востока, проблеме цунами, прогнозу вулканических извержений	[Архангельская, 1966]
1966, сентябрь	Кишинев	Сессия по вопросам сейсмологии, физики землетрясений, сейсмического районирования, строения земной коры и верхней мантии, развитию сейсмических наблюдений, изучению Ташкентского землетрясения	[Архангельская, 1967]
1967, ноябрь	Ташкент	Сессия, посвященная результатам изучения Ташкентского землетрясения 1966 г.	—
1968, май	Москва	Первая организационная сессия МСССС	—
1968	Москва	Совещание по вопросам сейсмической опасности на трассе БАМ	—
1968	Душанбе	Сессия секции сейсмостойкого строительства МСССС по вопросам приборных наблюдений за колебаниями зданий и сооружений, плотин и грунта при землетрясениях и другим вопросам инженерной сейсмологии	—

Таблица 3 (продолжение)

Год, месяц	Место	Содержание мероприятия	Публикации
1969, май	Москва	Сессия, посвященная развитию научных направлений по проблеме «Сейсмология и сейсмостойкое строительство» в 1971–1975 гг.	—
1970, февраль	Москва	Семинар по сейсмическому микрорайонированию	—
1970	Москва	Сессия по изучению земной коры и мантии для детального сейсмического районирования и сейсмомикрорайонирования и по программе поиска предвестников землетрясений	—
1970, ноябрь	Симферополь	Конференция по сейсмичности, сейсмической опасности и сейсмостойкости сооружений в Крыму	—
1971	Москва	Сессия «Поиски предвестников землетрясений, районирование территории по степени сейсмической опасности, разработка геофизических и инженерно-сейсмических основ сейсмостойкого строительства»	—
1971, октябрь	Душанбе	Совещание «Количественная оценка сейсмической опасности»	—
1971, ноябрь	Ленинакан	Совещание «Разработка новой сейсмической шкалы»	—
1971	Ленинград	Совещание «Сейсмостойкость больших плотин»	—
1972	Москва	Сессия по сейсмогенным структурам и сейсмодислокациям	[186]

Таблица 3 (продолжение)

Год, месяц	Место	Содержание мероприятия	Публикации
1972	Ленинград	Конференция по определению степени сейсмической опасности в районах строительства крупных гидроузлов и обеспечению сейсмостойкости плотин	—
1972, сентябрь	Симферополь	Совещание «О состоянии наблюдений длиннопериодных сейсмических волн в СССР»	--
1973, май	Ташкент	Совещание по динамике грунтов, фундаментов и подземных сооружений	—
1973	Алма-Ата	Сессия по сейсмомикрорайонированию	—
1974, февраль	Москва	Совещание «Влияние инженерной деятельности человека на сейсмический режим»	—
1974, июнь	Москва	Совещание по оценке сейсмических и инженерно-сейсмических условий территории строительства БАМ	—
1974, ноябрь	Ташкент	Сессия по анализу современного состояния и определению основных направлений исследований в области сейсмологии, инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства	—
1975, январь—февраль	Москва	Совещание по вопросам сейсмического районирования территории СССР	—
1975, май	Москва	Совещание «Инженерные аспекты сейсмологии»	—

Таблица 3 (окончание)

Год, месяц	Место	Содержание мероприятия	Публикации
1975, сентябрь	Душанбе	Совещание по поискам предвестников землетрясений на геофизических и геодинамических полигонах	—
1975, ноябрь	Москва	Совещание «Инженерно-геологические основы сейсмического микрорайонирования»	—
1976, май	Нарва	Школа-семинар по взаимосвязанным задачам сейсмологии и инженерных приложений	—
1976	Кишинев	Конференция по вопросам сейсмического микрорайонирования	—
1976, август	Москва	Совещание по вопросам оценки сейсмических и инженерно-сейсмических условий территории строительства трассы БАМ	—
1976, сентябрь	Тбилиси	Сессия по вопросам сейсмической опасности в районах строительства гидротехнических и энергетических сооружений	[202]
1977	Звенигород	Школа-семинар «Данные сейсмологии и их использование в сейсмостойком строительстве»	—

ялось несколько междугородних и московских телефонных разговоров с теми или иными сейсмологами.

О постоянных усилиях Е. Ф. Саваренского по развитию исследований по сейсмологии и сейсмостойкому строительству в стране уже неоднократно говорилось — эта тема неисчерпаема. Приведем все же неко-



**Е. Ф. Саваренский, Э. М. Антоненко и академик АН АрмССР  
А. Г. Назаров в Средней Азии, 1964 г.**

торую информацию на эту тему. По его инициативе в 1955 г. была создана небольшая группа научных сотрудников на сейсмической станции «Ташкент», приступившая под руководством Е. М. Бутовской к анализу и обобщению результатов сейсмических наблюдений в Средней Азии. В 1958 г. на базе этой группы был создан отдел сейсмологии в Институте математики АН УзССР, который в 1963 г. перешел в Институт геологии и геофизики АН УзССР. Многие его специалисты сыграли важную роль при организации в 1966 г. Института сейсмологии АН УзССР.

С именем Е. Ф. Саваренского связано становление и развитие сейсмологии в Азербайджане, для которого им было подготовлено немало специалистов, становление в послевоенный период и развитие сети сейсмических наблюдений на территории Украины, как в Крыму, так и в Карпатской зоне, в определенной степени с ним связано подлинное становление и развитие сейсмологии в Белоруссии, так как сейсмическая станция «Минск» была создана на пересечении двух геотраверзов в развитие рекомендаций Е. Ф. Саваренского об организации наблюдений над длиннопериодными объ-





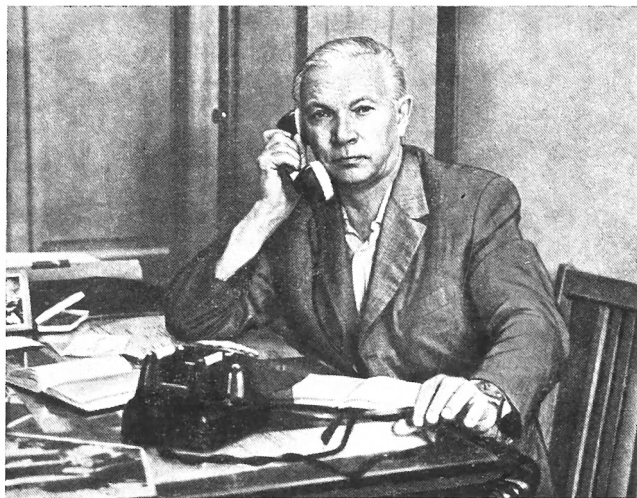
**Е. Ф. Саваренский (справа) с ведущим иркутским сейсмологом А. А. Тресковым, конец 50-х годов**

емными и поверхностными волнами на сейсмических станциях Восточной Европы [197].

После Ташкентского землетрясения 1966 г. Е. Ф. Саваренский сыграл важную роль в преобразовании действовавшего в то время в Академии наук УзССР Института механики в Институт механики и сейсмостойкости сооружений. Он оказал научную и практическую помощь НИИ сейсмостойкого строительства Госстроя ТССР в формировании проблемных направлений и тем.

Е. Ф. Саваренский ходатайствовал о проведении в объединении «Грознефть» работ по теме «Контроль за возбужденными землетрясениями на нефтяных промыслах Чечено-Ингушской АССР», включая и уникальные в СССР исследования по выявлению связи между откачкой нефти, изменением внутреннего гидрогеологического режима и возникновением землетрясений.

Е. Ф. Саваренский поставил научные задачи перед лабораторией сейсмического микрорайонирования (ныне лаборатория сейсмогрунтоведения и инженерной сейсмологии), созданной с его активной помощью в 1970—1972 гг. в Производственном и научно-исследовательском институте инженерных изысканий в строительстве Госстроя СССР. Можно сказать, что усилия неутомимого Евгения Федоровича явились началом всей научной и производственной деятельности по сейсмическому микрорайонированию в изыскатель-



Е. Ф. Саваренский, 1979 г.

ских организациях системы Госстроя СССР. При непосредственном участии Е. Ф. Саваренского возникла лаборатория исследований динамических процессов в неоднородных средах Симферопольского университета и были сформулированы ее научные направления. Евгений Федорович был одним из инициаторов создания в Научном совете АН СССР по инженерной геологии и гидрогеологии проблемной комиссии сейсмических прогнозов и сейсмического микрорайонирования. И этот перечень можно было бы продолжать и продолжать.

Предметом постоянного внимания Е. Ф. Саваренского как председателя Совета была организация межведомственных комиссий и экспедиций по обследованию последствий сильных землетрясений. В частности, он участвовал в разработке согласованных подходов специалистов по инженерной сейсмологии и сейсмостойкому строительству к оценке макросейсмического эффекта землетрясений, определению степени поврежденных зданий и сооружений. Обсуждение и анализ проведенных комплексных исследований землетрясений всегда проходили в атмосфере всестороннего рассмотрения собранной информации и принципиальных дискуссий.

Решительно борясь за объединение в рамках Сове-

та усилий специалистов по сейсмологии и сейсмостойкому строительству, Е. Ф. Саваренский старался творчески овладеть и теорией сейсмостойкости. Ему удалось внести заметный вклад в эту теорию. Он предложил взаимоувязывать задачи сейсмостойкости зданий и сооружений с задачами инженерной сейсмологии и решать их по комплексной расчетной схеме. Такой подход позволил Евгению Федоровичу как научному консультанту находить оптимальные решения для сложных, уникальных строительных объектов, расположенных в сейсмоопасных районах. Особое внимание Евгений Федорович уделял крупным энергетическим сооружениям (высоконапорным плотинам, атомным электростанциям и др.) в сейсмоопасных районах, понимая, к каким тяжелым последствиям могут приводить аварии таких сооружений. Евгений Федорович принимал участие в утверждении республиканских строительных норм и в решении многих других практических вопросов.

Огромное значение Е. Ф. Саваренский придавал издательской деятельности Совета. В 50-е годы много сил он потратил на становление Бюллетеня Совета по сейсмологии АН СССР как широкого органа сейсмологической общественности. Всего в 1955—1969 гг. было выпущено 15 номеров Бюллетеня. Когда его издание было прекращено по независящим от Совета причинам, это было компенсировано активным изданием Советом монографий и сборников статей по самым разнообразным вопросам сейсмологии и сейсмостойкого строительства.

В середине 70-х годов ряд сейсмологов стали настаивать на создании службы прогноза времени землетрясений [Садовский, 1978]. Е. Ф. Саваренский считал это преждевременным. 10 марта 1977 г. он оставил пост председателя МСССС. На посту заместителя председателя Совета он проработал еще два с половиной года, до своей кончины 22 января 1980 г. Похоронен Е. Ф. Саваренский на Новодевичьем кладбище.

## Эпилог

В моей памяти, как и в памяти всех знавших Е. Ф. Саваренского, он останется прежде всего большим патриотом своей Родины. Это качество красной нитью пронизывало всю его организационную деятельность как внутри страны, так и за рубежом, его работу со студентами, аспирантами, сотрудниками. Второе, что следовало бы отметить, — его интеллигентность, высокий уровень культуры, широкий круг духовных интересов. Евгений Федорович любил литературу, историю, музыку, архитектуру, живопись, активно интересовался всеми сторонами человеческой культуры, следил за новинками в разных ее областях. Любил природу.

Очень широк был диапазон его научных интересов, выходявший за рамки горячо любимой им сейсмологии. Для Евгения Федоровича были характерны высокая научная культура, огромная эрудиция и унаследованная от предыдущих поколений русских интеллигентов научная добросовестность. Он имел вкус к книге и старался собрать на ст. «Москва» и у себя дома хорошие библиотеки по сейсмологии. Он регулярно выписывал на дом важнейшие зарубежные сейсмологические журналы и книги.

Евгений Федорович был человеком общительным и умел привлекать самых разных людей к возглавлявшимся им исследованиям и мероприятиям. У него было много помощников как, естественно, в Москве, так и во многих других городах, где выполнялись сейсмологические исследования, иногда им же поставленные. Он имел хорошие связи со многими республиками, но особенно широкие с Грузией. Со многими крупными грузинскими геофизиками (Б. К. Балавадзе, А. Д. Цхакая, Г. К. Твалтвадзе и др.) Евгений Федорович подружился еще в период их пребывания в аспирантуре Сейсмологического института в 1934—1936 гг., и эта дружба затем перешла на следующие поколения грузинских сейсмологов.

Евгений Федорович был весьма благожелателен и отзывчив и любил помогать людям, в том числе по различным сложным бытовым вопросам, чем в отдельные моменты жизни довелось воспользоваться и мне.

Его характеризовали постоянное внимание к людям, требовательность в сочетании с неизменной готовностью поделиться своим опытом, знаниями, помочь, научить. Он умел естественно и просто общаться с самыми разными людьми, на самых разных уровнях. Через всю жизнь он пронес близкие отношения с друзьями детства. И в зрелом возрасте приобрел друзей как в нашей стране, так и за рубежом.

Впрочем, как и всякая крупная личность, Евгений Федорович был противоречив. Не боясь, если требовало дело, обращаться в самые высокие инстанции и пробивая с поразительной легкостью, казалось бы, непреступные бюрократические барьеры, он вместе с тем не всегда мог наладить оптимальную творческую обстановку в руководимых им коллективах. Работать совместно с Евгением Федоровичем иногда было нелегко, и не раз он без серьезных причин восстанавливал людей против себя.

Случилось так, что со смертью Е. Ф. Саваренского, а затем и члена-корреспондента АН СССР Ю. В. Ризниченко отечественная сейсмология осталась без ярко выраженных лидеров. Но следует надеяться, что подрастающая научная молодежь продолжит ее славные традиции, начатые нашими предшественниками, в том числе и такой выдающейся личностью, как Евгений Федорович Саваренский, который всю свою жизнь посвятил тому, чтобы сделать успехи науки достоянием народа.

## Труды Е. Ф. Саваренского

1934

1. *Саваренский Е. Ф.* Продольные колебания в стержне с нарушенной структурой // Журн. геофизики. 1934. Т. 4, вып. 3. С. 371—378.

1936

2. *Саваренский Е. Ф.* Обобщенная формула Кёне и три случая ее применения // Гидрогеология и инж. геология. 1936. № 2. С. 93—105.

1937

3. *Саваренский Е. Ф.* Поправка к эпицентральному расстоянию при нахождении эпицентра глубоководного землетрясения // Тр. СИАИ. 1937. № 80. С. 1—12.
4. *Саваренский Е. Ф.* Геофизические методы разведки для инженерно-геологических целей // Инженерная геология: [Учебник]. М., 1937. Гл. 12. С. 404—422.

1940

5. *Саваренский Е. Ф.* Землетрясения с глубокими очагами // Тр. СИАИ. 1940. № 96. С. 1—22.
6. *Саваренский Е. Ф.* Об аналитическом годографе // Там же. № 102. С. 1—20.
7. *Саваренский Е. Ф.* К вопросу о неоднородности в глубинном строении Земли по сейсмическим данным // Докл. АН СССР. 1940. Т. 27, № 1. С. 18—22.  
*Savarensky E. F.* Heterogeneity of the Earth's structure according to seismic data // С. r. (Doklady) Acad. Sci. URSS. 1940. Vol. 27, N 1. P. 17—21.

1941

8. *Саваренский Е. Ф.* О сейсмических волнах, отраженных от границы на глубине 900 км // Тр. СИАИ. 1941. № 106. С. 6—8.
9. *Саваренский Е. Ф.* Глубинное строение Земли по данным сейсмологии // Природа. 1941. № 7/8. С. 23—34.

1945

10. *Саваренский Е. Ф.* Об определении эпицентра // Тр. СИАИ. 1945. № 117. С. 9—12.
11. *Саваренский Е. Ф.* Центральная сейсмическая станция «Москва» // Вестн. АН СССР. 1945. № 10/11. С. 100—101.

1946

12. *Саваренский Е. Ф.* Диаграмма для обработки глубоководных землетрясений // Тр. СИАИ. 1946. № 114. С. 1—6.
13. *Саваренский Е. Ф.* Неограниченная применимость теоремы

Чаплыгина С. А. о дифференциальных неравенствах к линейным уравнениям с частными производными I порядка // Докл. АН СССР. 1946. Т. 51, № 4. С. 255–261.

#### 1947

14. Саваренский Е. Ф. Некоторые вопросы точности интерпретации и Гармское землетрясение 1941 г. // Тр. СИАН. 1947. № 119. С. 8–26.

#### 1948

15. Саваренский Е. Ф. По поводу погрешностей в зависимости скорости продольных волн от глубины // Там же. 1948. № 127. С. 39–48.
16. Саваренский Е. Ф. Десять лет работы Центральной сейсмической станции «Москва» // Там же. С. 71–79.
17. Саваренский Е. Ф., Петренко Е. Е. О новом подвесе для горизонтального сейсмографа академика Б. Б. Голицына // Там же. С. 100–106.
18. Саваренский Е. Ф. Глубокофокусные землетрясения и деформации земной коры // Тр. совещ. по методам изуч. движений и деформации земной коры. М.: Геодезиздат, 1948. С. 189–197.
19. Саваренский Е. Ф. По поводу дифференциального метода в сейсмологии и об углах выхода сейсмической радиации в Пулково // Тр. ГЕОФИАН. 1948. № 1 (128). С. 11–29.
20. Саваренский Е. Ф., Монахов Ф. И. Применение азимутов и углов выхода сейсмической радиации к интерпретации наблюдений // Там же. С. 39–56.
21. Саваренский Е. Ф. Направление выхода сейсмических лучей и исследование строения Земли // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. и геогр. 1948. Т. 12, № 4. С. 328–335.

#### 1949

22. Саваренский Е. Ф., Кирнос Д. П. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. М.: Гостехтеоретиздат, 1949. 343 с.
23. Саваренский Е. Ф. Землетрясения, их причины и изучение. М.: Правда, 1949. 24 с.

#### 1950

24. Саваренский Е. Ф. О задачах сейсмической службы СССР // Вестн. АН СССР. 1950. № 12. С. 48–53.
25. Саваренский Е. Ф. От редактора // Тр. ГЕОФИАН. 1950. № 13 (140). С. 61.

#### 1951

26. Саваренский Е. Ф. Академик Б. Б. Голицын // Наука и жизнь. 1951. № 6. С. 39–40.

#### 1952

27. Вешняков Н. В., Горшков Г. П., Кирнос Д. П., Левицкая А. Я., Линден Н. А., Саваренский Е. Ф., Харин Д. А. Руководство по производству и обработке наблюдений на сейсмических станциях СССР. М., 1952. Ч. 1. 206 с.
28. Саваренский Е. Ф. Об углах выхода сейсмической радиации и некоторых смежных вопросах // Тр. ГЕОФИАН. 1952. № 15 (142). С. 110.

29. Саваренский Е. Ф. Об определении момента возникновения землетрясения по моментам вступления волн  $P$  и  $S$  // Там же. № 16 (143). С. 55–59.
30. Саваренский Е. Ф. Об определении эпицентра землетрясения по моментам вступления дифрагированных волн // Там же. С. 60–62.

#### 1953

31. Саваренский Е. Ф., Линден Н. А., Масарский С. И. Землетрясения Туркмении и Апшхабадское землетрясение 1948 г. // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1953. № 1. С. 102–110.

#### 1954

32. Саваренский Е. Ф. Замечание о значении грунтовых условий для сейсмических и наклономерных наблюдений // Тр. ГЕОФИАН. 1954. № 22 (149). С. 102–110.
33. Саваренский Е. Ф. Сейсмичность СССР, итоги и перспективы ее изучения // Там же. № 26 (125). С. 5–24.
34. Архангельский В. Т., Введенская Н. А., Гайский В. Н., Кирнос Д. П., Левицкая А. Я., Нерсесов И. Л., Розова Е. А., Саваренский Е. Ф., Чернявкина М. К. Руководство по производству и обработке наблюдений на сейсмических станциях СССР. М., 1954. Ч. 2. 184 с.
35. Саваренский Е. Ф. Соповещение по вопросам обработки сейсмических наблюдений и составлению Атласа сейсмичности СССР // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1954. № 2. С. 202–205.
36. Саваренский Е. Ф. Сейсмическая служба и анализ сейсмических наблюдений в СССР // Тез. докл. на X Генеральной ассамблее Международного геодезического и геофизического союза. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 46–47.

#### 1955

37. Саваренский Е. Ф. Строение оболочки Земли по сейсмическим данным // Тр. ГЕОФИАН. 1955. № 26 (153). С. 100–118.
38. Саваренский Е. Ф., Маторина Т. В., Оборина С. Ф. Определение скорости распространения продольных волн в оболочке Земли на основе наблюдений над глубокими землетрясениями // Там же. № 30 (157). С. 22–29.
39. Саваренский Е. Ф., Кирнос Д. П. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. 2-е изд. М.: Гостехтеоретиздат, 1955. 544 с.
40. Саваренский Е. Ф., Ненилина В. С. Об учете геологических неоднородностей при определении положения очага землетрясения // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1955. № 1. С. 17–30.
41. Саваренский Е. Ф. Работа сейсмических станций и задачи советской сейсмологии // Вестн. АН СССР. 1955. № 5. С. 40–43.
42. Саваренский Е. Ф., Проскурякова Т. А., Цирель-Спринсон В. С. О связи между микросейсмическими колебаниями и положением циклонов над океаном // Метеорология и гидрология. 1955. № 6. С. 13–18.
43. Savarensky E. F. Seismic survey and analysis of seismic observations in the USSR // Union géodésique et géophysique international. Association de seismologie et de physique de l'intérieur de la terre. Dixième conférence a Rome. Muhle-Roux; Strasbourg, 1955. N 11. P. 147–149.



## 1956

44. *Саваренский Е. Ф.* Развитие сейсмологии в Румынской Народной Республике // Вестн. АН СССР. 1956. № 10. С. 74–76.
45. *Savarensky E. F.* Dezvoltarea serviciului seismic și analiza observatiilor seismice în U.R.S.S. // Stud. și cercet. astron. și seismol. 1956. Т. 1, N 1. P. 115–121.
46. *Savarensky E. F.* Development of seismic research and analysis of seismic observations in the USSR // Union geod. et geophys. Intern. Trav. sci. Ser. A. 1956. Fasc. 19. P. 249–256.
47. *Саваренский Е. Ф., Джибладзе Э. А.* О сейсмичности Большого Кавказа // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1956. № 5. С. 577–583.
48. *Саваренский Е. Ф.* Изучение сейсмичности труднодоступных областей // Вестн. АН СССР. 1956. № 6. С. 78–81.
49. *Саваренский Е. Ф.* Об искажениях в картах сейсмичности // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1956. № 7. С. 745–754.
50. *Саваренский Е. Ф.* О третьем рабочем заседании Европейской сейсмологической комиссии // Там же. С. 872–873.
51. *Саваренский Е. Ф.* Сейсмические исследования стран Восточно-Европейского региона во время Международного геофизического года // Там же. № 12. С. 1495–1498.
52. *Саваренский Е. Ф.* Проблема цунами // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1956. № 2. С. 3–7.
53. *Саваренский Е. Ф., Вешняков Н. В.* Сейсмология // БСЭ. 2-е изд. 1956. Т. 38. С. 387–390.

## 1957

54. *Саваренский Е. Ф.* Об изучении сейсмичности СССР // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1957. № 6. С. 16–18.
55. *Саваренский Е. Ф., Джибладзе Э. А.* Об энергии землетрясений Большого Кавказа // Сообщ. АН ГССР. 1957. Т. 18, № 1. С. 25–29.
56. *Саваренский Е. Ф.* Центральная сейсмическая станция «Москва» // Природа. 1957. № 2. С. 54–60.
57. *Саваренский Е. Ф.* О первой сейсмологической конференции Чехословацкой академии наук // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1957. № 4. С. 558–559.
58. *Саваренский Е. Ф.* Сейсмология и сейсмическая служба в СССР за сорок лет // Там же. № 11. С. 1332–1340.
59. *Саваренский Е. Ф.* О работах по сейсмологии в Японии // Там же. № 12. С. 1453–1468.
60. *Саваренский Е. Ф., Введенская Н. А.* Об изучении сейсмичности СССР // Строительство в сейсмоопасных зонах. М.: ВНИИТО, 1957. С. 142–151.
61. *Саваренский Е. Ф.* Результаты изучения сейсмичности СССР // Тез. докл. на XI Генеральной ассамблее Международного геодезического и геофизического союза. М.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 84–89.

## 1958

62. *Саваренский Е. Ф., Айвазов И. В.* Об определении угла выхода сейсмической радиации // Сообщ. АН ГССР. 1958. Т. 20, № 3. С. 285–289.
63. *Саваренский Е. Ф.* О работах по сейсмологии в Китайской

- Народной Республике // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 6. С. 765–769.
64. *Саваренский Е. Ф.* Четвертое заседание Европейской сейсмологической комиссии // Вестн. АН СССР. 1958. № 7. С. 101.
  65. *Саваренский Е. Ф., Лысенко Л. Н., Компанеев В. М.* О микросейсмах оз. Иссык-Куль по наблюдениям сейсмической станции в Рыбачьем // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 8. С. 1015–1019.
  66. *Саваренский Е. Ф., Айвазов И. В.* Об определении угла выхода сейсмической радиации при землетрясениях 24 и 25 апреля 1957 г. // Тр. Ин-та геофизики АН СССР. 1958. Т. 17. С. 177–194.
  67. *Саваренский Е. Ф., Рагимов Ш. С.* Определение скорости волн Рэлея и направления на эпицентр по трем близким станциям // Докл. АН АзССР. 1958. Т. 14, № 8. С. 587–594.
  68. *Саваренский Е. Ф.* Изучение цунами // Вестн. АН СССР. 1958. № 9. С. 11–15.
  69. *Саваренский Е. Ф., Тищенко В. Г., Святловский А. Е., Добровольский А. Д., Живаго А. В.* Цунами 4–5 ноября 1952 г. // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1958. № 4. С. 1–61.
  70. *Саваренский Е. Ф., Рагимов Ш. С.* Определение скорости волн Рэлея и направления на эпицентр по трем близким станциям // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 12. С. 1485–1490.
  71. *Саваренский Е. Ф.* О работе IV ассамблеи Европейской сейсмологической комиссии // Информ. бюл. Ком. по геодезии и геофизике АН СССР. 1958. № 2. С. 3–11.

#### 1959

72. *Саваренский Е. Ф., Мэй Шц-юн.* Об исследовании сейсмической активности территории Китая // Acta geophys. sinica. 1959. Vol. 8, N 1. P. 2–8.
73. *Саваренский Е. Ф.* Об определении кажущихся скоростей сейсмических волн на Кавказе // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1959. № 2. С. 183–188.
74. *Саваренский Е. Ф., Айвазов И. В.* Об определении азимутов и углов выхода сейсмической радиации // Там же. № 3. С. 372–381.
75. *Саваренский Е. Ф.* IV Международная конференция Венгерского геофизического общества // Там же. С. 502–504.
- 75а. *Саваренский Е. Ф., Соловьев С. Л., Richter С. F.* Elementary seismology // Новые книги за рубежом. Сер. А. М.: Изд-во иностр. лит., 1959. № 10. С. 41–46.
76. *Саваренский Е. Ф., Соловьева О. Н., Шечков Б. Н.* О наблюдениях волн Лява на Московской сейсмической станции и строение земной коры // Там же. С. 669–675.
77. *Саваренский Е. Ф., Сихарулидзе Д. И.* Определение мощности земной коры по наблюдениям дисперсии волн Лява // Там же. № 6. С. 880–883.
78. *Саваренский Е. Ф., Рагимов Ш. С.* Об определении средней толщины земной коры по групповым скоростям волн Рэлея // Там же. № 9. С. 1364–1367.
79. *Саваренский Е. Ф.* Элементарная оценка влияния слоя на

- колебания земной поверхности // Там же. № 10. С. 1441–1447.
80. *Саваренский Е. Ф.* Об определении групповой и фазовой скоростей из наблюдений // Там же. № 11. С. 1550–1559.
  81. *Просвирич В. М., Проскуракова Т. А., Рыкунов Л. Н., Саваренский Е. Ф.* Влияние рельефа Скандинавии на распространение микросейсм // Сейсм. и гляциол. исслед. в период МГГ. 1959. № 2. С. 58–63.
  82. *Саваренский Е. Ф.* Почему бывают землетрясения // Детская энциклопедия. М., 1959. Т. 2. С. 38–44.
  83. *Саваренский Е. Ф., Срегенский Л. Н., Григораш З. К., Добровольский А. Д., Каплин П. А., Ионин А. С., Линден Н. А., Попов Г. И.* Объяснительная записка к карте-схеме районирования разрушительного действия цунами на Курило-Камчатском побережье. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 4 с.
  84. *Savarensky E. F.* Results of seismic investigations in the USSR // Union geod. et geophys. Intern. Trav. sci. Ser. A. 1959. Fasc. 20. P. 203–219.
  85. *Savarensky E. F.* Determination of earthquake magnitude and intensity in the USSR // Ann. geofis. 1959. Vol. 12, N 3. P. 369–376.

#### 1960

86. *Savarensky E. F., Valdner N. G.* Observations of Lg and Rg waves and remarks about the nature of Lg<sub>1</sub> // Ibid. 1960. Vol. 13, N 2. P. 129–134.
87. *Саваренский Е. Ф., Мэй Ши-юн.* По поводу оценки интенсивности землетрясений на территории Китая // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 1. С. 135–138.
88. *Саваренский Е. Ф., Соловьева О. Н., Лазарева А. П.* Дисперсия волн Рэля и строение земной коры на севере Евразии и Атлантического океана // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1960. № 10. С. 168–176.
89. *Саваренский Е. Ф., Вальднер Н. Г.* Волны Lg и Rg от землетрясений Черноморского бассейна и некоторые соображения об их природе // Сейсм. исслед. 1960. № 4. С. 55–77.
90. *Линьков А. М., Саваренский Е. Ф.* Прибор для регистрации траектории движения при микросейсмических колебаниях // Там же. С. 133–137.
91. *Саваренский Е. Ф., Кондорская Н. Ф., Белотелов В. Л.* Об определении энергии упругих волн, порождаемых землетрясениями // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 6. С. 633–643.
92. *Саваренский Е. Ф.* Что произошло в Марокко (о землетрясении в районе Агадира 29 февраля 1960 г.) // Знание – сила. 1960. № 14. С. 33.
93. *Саваренский Е. Ф.* Чилийские землетрясения // Природа. 1960. № 9. С. 78–86.
94. *Саваренский Е. Ф., Обухов Г. Г.* Об устойчивости определения интенсивности землетрясений по поверхностным волнам // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 9. С. 1346–1348.
95. *Саваренский Е. Ф.* Пульс Земли (о землетрясениях) // Наука и религия. 1960. № 10. С. 13–18.
96. *Белотелов В. Л., Саваренский Е. Ф., Феофилактов В. Д.*

Определение энергии землетрясения 15.XI 1959 г. // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960. № 11. С. 1593–1597.

97. *Саваренский Е. Ф.* Катастрофа в Чили (о землетрясении в мае 1960 г.) // Новое время. 1960. № 23. С. 28–29.
- 97а. *Laurentyev M. A., Savarensky E. F.* On the results of investigations of tsunamis in the USSR // Programm and Abstracts, Tsunami Meetings Associated with the Tenth Pacific Science Congress. Honolulu: University of Hawaii, 1961. P. 9–10.

#### 1961

98. *Васильева Т. Л., Проскурякова Т. А., Рыкунов Л. Н., Саваренский Е. Ф.* Влияние рельефа земной поверхности на распространение микросейсм // Вестн. МГУ. Сер. 3, Физика, астрономия. 1961. № 1. С. 3–12.
99. *Вальднер Н. Г., Саваренский Е. Ф.* По поводу природы волны  $Lg_1$  и ее распространения в Северо-Восточной Азии // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1961. № 1. С. 3–24.
100. *Саваренский Е. Ф., Щечков Б. Н.* Строение земной коры Сибири и Дальнего Востока по дисперсии волн Лява и Рэлея // Там же. № 5. С. 700–704.
101. *Линден Н. А., Саваренский Е. Ф.* Сейсмичность Конетдагской зоны // Землетрясения в СССР, 1961. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 259–262.
102. *Медведев С. В., Саваренский Е. Ф., Бунз В. И., Введенская Н. А., Гайский В. Н., Кириллова И. В., Нерсесов И. Л., Ризниченко Ю. В.* Инструкция по сейсмическому районированию // Тр. ИФЗ. 1961. № 17 (184). С. 128–145.
103. *Булин Н. К., Саваренский Е. Ф.* О короткопериодных поверхностных сейсмических волнах // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1961. № 6. С. 855–863.
104. *Саваренский Е. Ф., Попов И. И., Лазарева А. П.* Наблюдения длиннопериодных волн Чилийского землетрясения 1960 г. // Там же. № 8. С. 1132–1140.
105. *Savarensky E. F., Balakina L. M., Vvedenskaya A. V.* On determination of earthquake mechanism // Phys. and Chem. Earth. 1961. Vol. 4. P. 211–239.
106. *Belotelov V. L., Kondorskaya N. V., Savarensky E. F.* Determining energy of elastic waves caused by earthquake // Ann. geofis. 1961. Vol. 14, N 1. P. 55–64.
107. *Savarensky E. F., Valdner N. G.* Observations of  $Lg$  and  $Rg$  waves and remarks about the nature of  $Lg_1$  // Annali di geofisica. 1961. Vol. 14, N 1. P. 95–102.

#### 1962

108. *Саваренский Е. Ф., Соловьев С. Л., Харин Д. А.* Атлас землетрясений в СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 337 с.
109. *Karnik V., Kondorskaya N. V., Riznitchenko Ju. V., Savarensky E. F., Soloviev S. L., Shebalin N. B., Vanek J., Zatorpek A.* Standardization of the earthquake magnitude scale // Stud. geophys. et geod. 1962. N 1. P. 44–48.
110. *Ванек И., Заторпек А., Карник В., Кондорская Н. В., Ризниченко Ю. В., Саваренский Е. Ф., Соловьев С. Л., Шебалин Н. В.* Стандартизация шкалы магнитуд // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1962. № 2. С. 153–158.
111. *Саваренский Е. Ф.* Основоположник отечественной сейсмо-

- логии: 100 лет со дня рождения академика Б. Б. Голицына // Природа. 1962. № 4. С. 92–94.
112. *Саваренский Е. Ф.* Б. Б. Голицын – основоположник отечественной сейсмологии // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1962. № 6. С. 5–10.
113. *Саваренский Е. Ф.* Предварительный бюллетень // Информ. бюл. Комис. по ЕССН. 1962. № 5. С. 7.
114. *Саваренский Е. Ф.* Голицын Б. Б. – основоположник отечественной сейсмологии // Информ. бюл. комис. по сейсм. службе при Совете по сейсмологии АН СССР. 1962. № 6. С. 5–8.
115. *Tabulevich V. N., Savarensky E. F.* On the question of correlation between microseisms, the meteorological situation and sea roughness // Stud. geophys. et geod. 1962. N 6. P. 331–339.

### 1963

116. *Саваренский Е. Ф.* Б. Б. Голицын и некоторые задачи современной сейсмологии // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1963. № 1. С. 3–18.
117. *Саваренский Е. Ф.* Б. Б. Голицын – основоположник отечественной сейсмологии // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1963. № 15. С. 3–5.
118. *Иосиф Т., Раду С., Саваренский Е. Ф.* Механизм очагов некоторых карпатских землетрясений // Там же. С. 146–147.
119. *Саваренский Е. Ф.* Научная сессия по вопросам сейсмологии // Вестн. АН СССР. 1963. № 3. С. 118–119.
120. *Саваренский Е. Ф., Старовойт О. Е.* Упругие колебания земного шара // Природа. 1963. № 3. С. 9–14.
121. *Саваренский Е. Ф., Антоненко Э. М.* О природе высокочастотных микросейсм // Изв. АН КазССР. Сер. геофиз. 1963. № 3 (54). С. 81–90.
122. *Саваренский Е. Ф., Федоров С. А., Гогичайшвили Б. В.* Определение истинного движения почвы и его спектра по сейсмограмме // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1963. № 9. С. 1340–1347.
123. *Гласко В. Б., Саваренский Е. Ф., Шечков Б. Н.* Данные о фазовых и групповых скоростях поверхностных сейсмических волн // Там же. № 10. С. 1483–1493.
124. *Саваренский Е. Ф.* О зависимости потока энергии волн Лява от периода и глубины // Там же. № 11. С. 1644–1648.

### 1964

125. *Саваренский Е. Ф., Федоров С. А.* Землетрясение на Аляске (28 марта 1964 г.) // Природа. 1964. № 7. С. 116–117.
126. *Саваренский Е. Ф., Федоров С. А., Джафаров Р. Д., Рыкунов Л. Н., Лурсманашвили О. В.* К методике моделирования поверхностных волн // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1964. № 10. С. 1826–1831.
127. *Саваренский Е. Ф., Старовойт О. Е., Федоров С. А.* Длиннопериодные волны Рэдея Аляскинского землетрясения 28 марта 1964 г. // Там же. № 12. С. 1826–1831.
128. *Savarenskij E. F., Popov I. I., Lazareva A. P.* The long waves of the Chile earthquake of 1960 and the estimate of the thickness of the crust by phase velocities // 7. Tagung der Europäischen Seismologischen Kommission vom. 24.9 bis

- 30.9.1962 in Jena, DDR. В., 1964. S. 185–192. (Veröff. Inst. Bodendynamik und Erdbebenforsch.: Н. 77).
129. *Tabulevich V. N., Savarensky E. F.* On the composition of microseisms and some observations of their sources // Union geod. et geophys. Intern. Trav. sci. Ser. A. 1964. Fasc. 23. P. 141–158.

#### 1965

130. *Саваренский Е. Ф.* Спектры волн // Динамика земной коры. М.: Наука, 1965. С. 64.
131. *Зайцев Л. П., Саваренский Е. Ф.* Геофизика, 1963 г. // Итоги науки. Внутреннее строение Земли. М.: Изд-во АН СССР, 1965. С. 275–305.
132. *Саваренский Е. Ф.* Заседание Европейской сейсмологической комиссии в Будапеште // Вестн. АН СССР. 1965. № 1. С. 86–87.
133. *Саваренский Е. Ф., Гласко В. Б., Гранит Я. Ш.* Дисперсионные кривые волн Рэлея и Лява применительно к двух- и трехслойной континентальной земной коре // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1965. № 4. С. 38–51.
134. *Саваренский Е. Ф.* Задачи современной сейсмологии и Единая система сейсмических наблюдений в СССР // Вестн. АН СССР. 1965. № 7. С. 39–41.
135. *Саваренский Е. Ф.* Будапештское заседание Европейской сейсмологической комиссии (ЕСК) // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1965. № 7. С. 131–135.
136. *Саваренский Е. Ф., Шечков Б. Н.* О выявлении вариаций толщины земной коры по групповым скоростям сейсмических волн // Там же. № 11. С. 63–66.
137. *Саваренский Е. Ф., Рагимов Ш. С., Ага-заде С. С.* Определение групповых скоростей поверхностных волн // Сейсм. исслед. 1965. № 6. С. 77–83.

#### 1966

138. Об определении строения Земли по дисперсии скорости распространения поверхностных сейсмических волн: (Руководство) / *Е. Ф. Саваренский, В. М. Архангельская, Г. Н. Божко и др.*: Ин-т физики Земли и Совет по сейсмологии. М., 1966. 344 с.
139. *Саваренский Е. Ф.* Предисловие. Послесловие // Строение Земли по поверхностным волнам. М., 1965. С. 5–6, 294–302.
140. *Саваренский Е. Ф.* Изучение внешней оболочки Земли по объемным сейсмическим волнам // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1966. № 3. С. 3–14.
141. *Саваренский Е. Ф., Нерсесов И. Л., Кармалеева Р. М., Латынина Л. А.* Длиннопериодные волны Алеутского землетрясения 4 февраля 1965 г., зарегистрированные кварцевыми экстензометрами // Там же. 1965. № 5. С. 33–42.
142. *Саваренский Е. Ф.* Ташкентское землетрясение и его возможные причины // Вестн. АН СССР. 1966. № 8. С. 34–43.
143. *Саваренский Е. Ф.* Итоги и задачи советской сейсмологии (1917–1967) // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1966. № 11. С. 28–40.
144. *Саваренский Е. Ф., Старовойт О. Е.* Об использовании длиннопериодных поверхностных сейсмических волн для изучения внутреннего строения земной коры // Геофизические исследования земной коры. М., 1966. Вып. 18. С. 90–94.

145. Саваренский Е. Ф. Ташкентское землетрясение и его возможные причины // Наука и жизнь. 1966. № 9. С. 30–32.

#### 1967

146. Саваренский Е. Ф. Сейсмология // Развитие наук о Земле за 50 лет. М.: Наука, 1967. С. 57–69.
147. Саваренский Е. Ф., Гласко В. Б., Гранит Я. Ш. Зависимость фазовой и групповой скоростей волн Рэлея и Лява от параметров двухслойной земной коры // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1967. № 3. С. 35–42.
148. Саваренский Е. Ф. О задачах современной сейсмологии и сейсмических наблюдениях // Проблемы геофизики Средней Азии и Казахстана: Материалы выездной сессии ОНЗ АН СССР, октябрь 1964 г. М.: Наука, 1967. С. 5–12.
149. Саваренский Е. Ф., Косарев Г. Л. Цифровая фильтрация длиннопериодных колебаний Аляскинского землетрясения 1964 г. // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1967. № 12. С. 57–59.
150. Savarensky E. F., Glasko V. B., Granit Ja. Sh., Peshkov A. B. Variations (partial derivatives) of the group and phase velocities of Rayleigh and Love waves by variation of the parameters of a two-layered Earth crust // Papers presented at the Ninth Assembly of the European Seismological Commission held 1–7 August 1966 in Copenhagen. Copenhagen, 1967. P. 213–226.
151. Starovoit O. E., Savarensky E. F., Fedorov S. A. Dispersion of the long-period surface waves and structure of the Earth's mantle // Ibid. P. 235–244.
152. Savarensky E. F., Proskurjakova T. A., Voronina E. V. On microseism phase velocities and directions to the excitation source // Ibid. P. 347–356.
153. Savarensky E. F., Rykunov L. N., Proskurjakova T. A., Tabulevich V. T., Vinnik L. P., Dolbilkina N. A. Structure of the Earth's crust and propagation of the microseisms // C. r. des séances de la quatorzième conf. réunie à Zurich du 25 sept. au 6 oct. 1967. Zürich, 1967. N 15. P. 96–97.
154. Savarensky E. F., Boulanger Ju. D. Earthquake prediction // Ibid. P. 128–129.
155. Savarensky E. F., Sikharulidze D. I., Popov I. I., Shechkov B. N. Peculiarities of crustal structure according to the observations of the surface seismic waves dispersion // Ibid. P. 142–143.
156. Savarensky E. F., Starovoit O. E., Fedorov S. A. Observations of the long-period surface waves from the great earthquakes and structure of the Earth's mantle // Ibid. P. 143.
157. Savarensky E. F. Seismic zoning // International dictionary of geophysics: Seismology, geomagnetism, astronomy, oceanography, geodesy, gravity, marine geophysics, meteorology, the Earth as a planet and its evaluation/Ed. S. K. Runcorn et al. Oxford etc.: Pergamon press, 1967. Vol. 1/2. P. 1371–1373.

#### 1968

158. Магницкий В. А., Саваренский Е. Ф. Кафедра физики Земли (физический факультет, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова) // История и методология естеств. наук. 1968. Вып. 6. С. 220–223.
159. Саваренский Е. Ф., Пешков А. Б. Об использовании ско-

- ростей поверхностных волн при выборе моделей строения земной коры // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1968. № 10. С. 79–87.
160. *Savarensky E. F.* On the prediction of earthquakes // *Tectonophysics*. 1968. Vol. 6, N 1. P. 17–27.
161. *Starovoit O. E., Savarensky E. F., Fedorov S. A.* The structure of the Earth mantle and observations of long-period surface waves // *Gerlands Beitr. Geophys.* 1968. Bd. 77, H. 3. S. 195–214.
162. *Savarensky E. F., Proskurjakova T. A., Glasko V. B., Granit Ja. Sh., Voronina E. V.* On the lateral refraction of Rayleigh surface waves and microseisms in the North Atlantic // *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.* 1968. Vol. 15, N 5. P. 529–544.
163. *Savarensky E. F., Glasko V. B., Granit Ja. Sh.* Rayleigh and Love waves dispersion curves for two and three layered Earth's crust // *Proc. VIII Assembly Europ. Seismol. Com.* Budapest: Acad. press, 1968. P. 222–239.
164. *Savarensky E. F., Starovoit O. E., Fedorov S. A.* Rayleigh long-period waves of Alaska earthquake on March 28, 1964 // *Ibid.* P. 240–246.

#### 1969

165. *Саваренский Е. Ф., Проскуракова Т. А., Гласко В. Б., Гранит Я. Ш., Воронина Е. В.* О боковой рефракции волн Рэлея от землетрясений и микросейсм в северной части Атлантического океана // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1969. № 2. С. 62–70.
166. *Саваренский Е. Ф.* О задачах сейсмологии и деятельности Междуведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству // Там же. С. 112–116.
167. *Саваренский Е. Ф., Яворский И. Р., Дашков Г. Г., Ковригина В. И., Шагорная Н. В.* Определение азимута на эпицентр по данным трех близких станций // Там же. № 7. С. 106–111.
168. *Savarensky E. F., Golubeva N. V.* Seismicity of continental Asia and the region of the Sea of Okhotsk // *The Earth's crust and upper mantle*. Wash. (D. C.), 1969. P. 134–139. (Geophys. monogr.; N 13).
169. *Savarensky E. F., Bozhko G. N., Kukhtikova T. I., Peshkov A. V., Shechkov B. N., Yurkevich O. I., Yudakova L. M.* On the Earth structure in some regions of the USSR // *Pure and Appl. Geophys.* 1969. Vol. 73, N 2. P. 95–119.
170. *Savarensky E. F., Yudakova L. M., Shechkov B. N.* Surface waves dispersion for the continent-ocean transition zone // *J. Phys. Earth.* 1969. Vol. 17, N 2. P. 193–200.

#### 1970

171. *Старовойт О. Е., Саваренский Е. Ф., Федоров С. А.* Строение оболочек Земли по наблюдениям длиннопериодных поверхностных волн // *Проблемы строения земной коры и верхней мантии*. Верхняя мантия. М.: Наука, 1970. С. 90–97.
172. *Гласко В. Б., Саваренский Е. Ф., Гранит Я. Ш., Маргыннова В. Н., Пешков А. Б.* К вопросу об автоматизации обработки дисперсионных кривых поверхностных волн // Тру-



- ды X ассамблеи Европейской сейсмологической комиссии. М.: Наука, 1970. Т. 2. С. 56–72.
173. *Саваренский Е. Ф., Шамина О. Г.* The low velocity layer in the Earth's mantle // Там же. С. 189–196.
174. *Саваренский Е. Ф., Проскуракова Т. А., Гласко В. Б., Гранит Я. Ш.* О боковой рефракции поверхностных сейсмических волн Лява от землетрясений и микросейсм // Там же. С. 421–427.
175. *Саваренский Е. Ф. Б. Б. Голицын* // Развитие физики в России: (Очерки). М.: Просвещение, 1970. Т. 1. Разд. 3. Гл. 10. С. 308–313.
176. *Savarensky E. F.* Upper mantle investigation by observations of long-period seismic waves in Europe // *Gerlands Beitr. Geophys.* 1970. Bd. 79, N. 5. S. 164–166.
177. *Savarensky E. F., Fedorov S. A., Starovoi O. E.* On seismic waves formation // *Pure and Appl. Geophys.* 1970. Vol. 82, N 5. P. 66–84.
178. *Karmaleyeva R. M., Latynina L. A., Savarensky E. F.* On the observation of long-period waves with quartz extensometers // *Ibid.* P. 85–97.

### 1971

179. *Саваренский Е. Ф., Гласко В. Б., Пешков А. Б.* Об определении толщины двухслойной земной коры с использованием регуляризирующих алгоритмов // *Изв. АН СССР. Физика Земли.* 1971. № 6. С. 28–34.
180. *Саваренский Е. Ф.* О книге Н. Д. Красикова «Динамические свойства грунтов и методы их определения» // Там же. № 11. С. 118–119.

### 1972

181. *Саваренский Е. Ф., Гласко В. Б., Пешков А. Б., Садиков Ф.* Строение земной коры некоторых районов Средней Азии по дисперсии фазовых скоростей поверхностных волн // *Узб. геол. журн.* 1972. № 5. С. 55–59.
182. *Саваренский Е. Ф.* Сейсмические волны. М.: Недра, 1972. 293 с.

### 1973

183. *Гласко В. Б., Гранит Я. Ш., Саваренский Е. Ф.* Некоторые возможности регуляризирующих алгоритмов в задаче о восстановлении структуры земной коры // *Прикл. геофизика.* 1973. № 72. С. 99–109.
184. *Саваренский Е. Ф., Шония Н. Б., Яворский И. Р.* Поперечные волны от Саракамышского землетрясения и механизм очага // *Сообщ. АН ГССР.* 1973. Т. 70, № 2. С. 321–324.
185. *Баграмян А. Х., Саваренский Е. Ф., Сихарулидзе Д. И.* Определение мощности земной коры в различных районах Кавказа по поверхностным сейсмическим волнам // *Докл. АН АрмССР.* 1973. Т. 6, № 4. С. 248–252.
186. *Саваренский Е. Ф.* Вступительное слово // *Сейсмогенные структуры и сейсмодислокации: (Материалы конф., Москва, янв. 1972 г.)*. М., 1973. С. 8–9.
187. *Proskurjakova T. A., Rykunov L. N., Savarensky E. F.* Some results of study of the microseisms in the USSR // *Pure and Appl. Geophys.* 1973. Vol. 103, N 2. P. 290–295.

### 1974

188. *Саваренский Е. Ф., Бжалава Р. Л., Яворский И. Р.* Локализация эпицентров землетрясений дифференциальными способами // Сообщ. АН СССР. 1974. Т. 74, № 2. С. 329–332.
189. *Гласко В. Б., Марганус Г. Н., Пашкова Л. Н., Саваренский Е. Ф., Хмелевский Н. П.* Определение параметров земной коры Русской платформы по дисперсии поверхностных волн // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1974. № 5. С. 86–95.
190. *Саваренский Е. Ф., Косарев Г. А.* Влияние строения Земли под станцией на колебания в продольной волне // Там же. № 10. С. 113–120.
191. *Savarensky E. F.* Introductory remarks to the symposium on earthquake prediction // Tectonophysics. 1974. Vol. 23, N 3. P. 221–224.
192. *Savarensky E. F., Kosarev G. L.* Earth crust structure under a station and P-wave spectra // Gerlands Beitr. Geophys. 1974. Bd. 83, H. 5. S. 347–354.

### 1975

193. *Savarensky E. F., Kosarev G. L., Frolova N. I.* Influence of the Earth structure under a recording station // Veröff. Zentr. Inst. Phys. Erde. Akad. Wiss. DDR. 1975. N 31. S. 415–422.
194. *Savarensky E. F.* Seismic waves. Moscow: Mir, 1975. 349 p.

### 1976

195. *Саваренский Е. Ф.* Землетрясения, причины и прогнозы // Новое время. 1976. № 43. С. 22–23.
196. *Саваренский Е. Ф.* Вступительное слово // Поиски предвестников землетрясений: (Междунар. симпоз., 21 мая – 3 июня 1974 г.). Ташкент, 1976. С. 7–8.
197. *Саваренский Е. Ф.* Задачи исследования длиннопериодных сейсмических волн: (Вступ. слово) // Исследования длиннопериодных сейсмических волн. Минск: Наука и техника, 1976. С. 5–6.
198. *Саваренский Е. Ф.* Сейсмология, сейсмические волны // ВСЭ. 3-е изд. 1976. Т. 23. С. 513–515, 519–521.

### 1977

199. *Садовский М. А., Буланже Ю. Д., Магницкий В. А., Ризниченко Ю. В., Саваренский Е. Ф.* Значение работ академика А. Н. Тихонова для развития геофизики // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1977. № 1. С. 5–9.
200. *Саваренский Е. Ф., Косарев Г. Л., Садиков Ф. С.* О восстановлении истинного движения почвы из записи землетрясения // Там же. С. 77–83.
201. *Саваренский Е. Ф., Гласко В. Б.* Методы регуляризации и проблема единственности при исследовании региональных плоскостных структур // Там же. С. 10–18.
202. *Саваренский Е. Ф., Савинов О. А., Ляхтер Е. М., Шенкарева Г. А., Фролова Н. И.* Энергетическое строительство и сейсмическая опасность // Вестн. АН СССР. 1977. № 8. С. 86–88.
203. *Саваренский Е. Ф.* Очерки развития советской сейсмологии за 60 лет (1917–1977 гг.) // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1977. № 12. С. 87–97.

204. *Саваренский Е. Ф., Тутберидзе Н. П.* Некоторые динамические и кинематические характеристики волн Лява в слоистых средах // Геофизические поля и строение земной коры и верхней мантии территории Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1977. С. 23–55.
205. *Savarensky E. F., Sadikov F. S., Kosarev G. L.* On the reconstruction of the true ground motion from earthquake records // *Gerlands Beitr. Geophys.* 1977. Bd. 86, H. 3. S. 235–242.
206. *Savarensky E. F., Sikharulidze D. I., Bagramian A. Kh.* Investigation of some inhomogeneities of the Earth's crust in Europe // *Proc. XV Gen. Assembly Europ. Seismol. Commis., Krakow*, 22–28 Sept. 1976. Warszawa; Lodz, 1977. Pt 1. P. 227–232.
207. *Savarensky E. F., Antonenko E. M.* Short-period seismic noise in engineering seismology and microseisms zoning // *Ibid.* P. 5–20.

#### 1978

208. *Savarensky E. F., Nersesov I. L.* Earthquake prediction // Assessment and mitigation of earthquake risk. P.: UNESCO, 1978. P. 66–90.
209. *Савин И. В., Гласко В. Б., Саваренский Е. Ф.* Об алгоритме вычисления частных производных неявной функции в обратных задачах сейсмологии // *Изв. АН СССР. Физика Земли.* 1978. № 1. С. 36–43.
210. *Саваренский Е. Ф., Яновская Т. Б., Сихарулидзе Д. И., Баграмян А. Х.* О влиянии глубинных разломов на спектры поверхностных волн // Там же. № 3. С. 84–86.

#### 1979

211. *Кендзера А. В., Косарев Г. Л., Саваренский Е. Ф.* Определение величины истинной скорости колебаний почвы из сейсмограмм // *Геофиз. журн.* 1979. Т. 1, № 1. С. 56–62.
212. *Косарев Г. Л., Макеева Л. И., Саваренский Е. Ф., Чесноков Е. М.* Влияние анизотропии под сейсмостанцией на объемные волны // *Изв. АН СССР. Физика Земли.* 1979. № 2. С. 26–37.
213. *Саваренский Е. Ф., Кендзера А. В.* Аппроксимация быстро осциллирующих участков сейсмограмм // Там же. № 3. С. 15–21.
214. *Саваренский Е. Ф., Сафронов В. В., Пешков А. Б., Вербова Л. Ф., Пешкова И. В.* Оптимальное размещение сейсмических станций с позиций минимизации погрешности определения эпицентра // Там же. № 8. С. 64–71.
215. *Саваренский Е. Ф.* Симпозиум по предсказанию землетрясений и заседании экспертов по разработке рекомендаций ЮНЕСКО, связанных с дальнейшим развитием работ в этой области, Париж, 2–6 апреля // *Вестн. АН СССР.* 1979. № 11. С. 113–114.
216. *Косарев Г. Л., Макеева Л. И., Саваренский Е. Ф., Чесноков Е. М.* Влияние анизотропии под сейсмостанцией на объемные волны // *Gerlands Beitr. Geophys.* 1979. Bd. 88, H. 3. S. 225–239.

## 1980

217. *Саваренский Е. Ф., Нерсесов И. Л.* О предвестниках землетрясений // *Вулканология и сейсмология*. 1980. № 1. С. 70–73.
218. *Пащикова Л. Н., Проскураякова Т. А., Саваренский Е. Ф.* Строение земной коры и верхней мантии Восточно-Европейской платформы по сейсмическим данным // *Структура земной коры Центральной и Восточной Европы по данным геофизических исследований*. Киев, 1980. С. 31–38.
219. *Саваренский Е. Ф., Сихарулидзе Д. И., Баграмян А. Х.* Дисперсия поверхностных сейсмических волн и строение земной коры Кавказа // Там же. С. 72–78.
220. *Саваренский Е. Ф., Левшин А. Л., Писаренко В. Ф., Ратникова Л. И., Штейнберг В. В.* Спектральные методы в сейсмологии // *Методы количественной оценки сейсмических воздействий и приложения спектрального анализа в сейсмологии*. Тбилиси, 1980. С. 13–14.
221. *Savarensky E. F., Geyko V. S., Tsveikova T. A., Iosif T., Iosif S., Sagalova E. A.* P-wave velocity distribution within the upper mantle in Vrancea region from the data of March 4, 1977 earthquake (abstract) // *Proc. XVI Gen. Assembly Europ. Seismol. Commis. symp. of subcommissions, Strasbourg, Aug. 29–Sept. 3, 1978*. Warsaw; Lodz, 1980. P. 215.

## 1981

222. *Саваренский Е. Ф., Гласко В. Б.* Вопросы интерпретации экспериментальных данных на примере сложных сред и концепция регуляризации А. Н. Тихонова // *Геофиз. журн.* 1981. Т. 3, № 1. С. 30–40.

## 1982

223. *Саваренский Е. Ф., Старовойт О. Е., Чепкунас Л. С., Яворский И. Р.* О результатах наблюдений на треугольнике сейсмических станций // *Изв. АН СССР. Физика Земли*. 1982. № 2. С. 79–84.

## 1983

224. *Саваренский Е. Ф., Кендзера А. В., Косарев Г. Л.* Учет влияния строения Земли под сейсмостанцией при определении плотности потока энергии в объемных сейсмических волнах // *Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли*. М.: Наука, 1983. С. 65–72.
225. *Саваренский Е. Ф., Бугаевский Г. Н., Капитанова С. А., Горбатенко В. С.* Выявление неоднородностей строения земной коры Черноморской впадины по наблюдениям поверхностных волн // Там же. С. 197–208.

**Издания, отредактированные  
Е. Ф. Саваренским**

1948

*Гутенберг Б., Рихтер К.* Сейсмичность Земли. М.: Изд-во иностр. лит., 1948. 160 с. Предисл. Е. Ф. Саваренского: с. 5–8.

1949

Внутреннее строение Земли. М.: Изд-во иностр. лит., 1949. 418 с. Предисл. Е. Ф. Саваренского и П. Н. Кропоткина: с. 5–9.

1955

Материалы сентябрьской сессии 1955 г., г. Алма-Ата // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР, 1955. № 3. С. 1–150. Совместно с В. В. Белоусовым, С. В. Медведевым.

1956

Сборник статей по цунами // Там же. 1956. № 2. С. 1–58.

1960

*Губин И. Е.* Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 464 с. Совместно с Д. А. Туголесовым.

1961

Землетрясения в СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 412 с. Совместно с И. Е. Губиным, Д. А. Хариним.

1963

Изучение внутреннего строения Земли по сейсмическим данным // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1963. № 15. С. 1–174.

1965

Строение Земли по поверхностным волнам. М.: Мир, 1965. 304 с. Предисл. Е. Ф. Саваренского: с. 5–6. Послесл.: с. 294–302.

1966

*Робертс Э.* Когда сотрясается Земля. М.: Мир, 1966. 175 с. Предисл. Е. Ф. Саваренского: с. 7–10.

1968

Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1968. 212 с. Предисл. Е. Ф. Саваренского: с. 5–7.

1969

*Введенская А. В.* Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. М.: Наука, 1969. 136 с.

## 1972

*Балакина Л. М., Введенская А. В., Голубева Н. В., Мишарина Л. А., Широкова Е. И.* Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений // Сейсмология. 1972. № 8. С. 1–192.

*Голубева Н. В.* Каталог сильных землетрясений мира с 1953 по 1967 годы с  $M > 6$ . М., 1972. 164 с.

## 1974

Сейсмологические исследования по международному проекту верхней мантии: Окончательный отчет подкомиссии по верхней мантии, 1967–1972. М., 1974. 103 с.

*Соловьев С. Л., Го И. Н.* Каталог цунами на западном побережье Тихого океана. М.: Наука, 1974. 310 с.

## 1975

*Соловьев С. Л., Го И. Н.* Каталог цунами на восточном побережье Тихого океана. М.: Наука, 1975. 204 с.

## 1978

Изучение цунами в открытом океане. М.: Наука, 1978. 147 с.

## 1979

*Рикигаки Т.* Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979. 388 с.  
Предисл. Е. Ф. Саваренского: с. 5–8.

## 1981

*Садиков Ф. С., Косарев Г. Л.* Строение Земли по дисперсии поверхностных сейсмических волн. Ташкент: Фан, 1981. 102 с.  
Предисл. Е. Ф. Саваренского: с. 3.

*Уотерс К.* Отражательная сейсмология. М.: Мир, 1981. 452 с.  
Совместно с А. В. Калининным.

## 1983

Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли. М.: Наука, 1983. 223 с.

## Литература о Е. Ф. Саваренском

- [Аноним.] Новая работа по сейсмологии // Вестн. АН СССР. 1950. № 3. С. 114–116.
- [Аноним.] Пополнение Академии наук СССР // Изв. АН СССР. Геология. 1966. № 12. С. 11.
- Коридалин Е. А. Саваренский Е. Ф. и Кирнос Д. П. Элементы сейсмологии и сейсмометрии // Сов. книга. 1950. № 10. С. 38–41.
- Жарков В. Н., Харин Д. А. [Рецензия] // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1974. № 2. С. 103–104. — Рец. на кн.: Саваренский Е. Ф. Сейсмические волны. М.: Недра, 1972. 293 с.
- Savarenskij, Evgenij Fedorovič. Scienzaiati e tecnologi contemporanei. Milano: Mondadori, 1974. Vol. 2. 461 p.
- [Аноним.] Саваренский Евгений Федорович // БСЭ. 3-е изд. 1975. Т. 22. С. 1428.
- Памяти Евгения Федоровича Саваренского // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1980. № 5. С. 111–112.
- Miyamura S. Obituary notes of prof. Evgenii Fëdorovich Savarenskii // J. Seismol. Soc. Jap. 1980. Vol. 33, N 4 (Jap.)
- Попов И. И. Выдающийся сейсмолог: К 70-летию со дня рождения Е. Ф. Саваренского // Геофиз. журн. 1981. Т. 3, № 4. С. 105–108.
- Kondorskaya N. V. Memorial to Eugene Savarensky // Bull. Seismol. Soc. Amer. 1981. Vol. 71, N 2. P. 575.

## Цитируемая литература

- [Аноним.] XX сессия Совета по сейсмологии // Информ. бюл. Комис. по сейсм. службе при Совете по сейсмологии АН СССР. 1962. № 6. С. 11–15.
- Архангельская В. М. Расширенный семинар отдела сейсмологии и сейсмической службы Института физики Земли АН СССР, посвященный изучению поверхностных сейсмических волн // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 12. С. 1522–1529.
- Архангельская В. М. Расширенный семинар отдела сейсмологии и сейсмической службы Института физики Земли АН СССР, посвященный изучению поверхностных сейсмических волн // Там же. 1961. № 2. С. 269–272.
- Архангельская В. М. Расширенное совещание, посвященное изучению поверхностных волн // Там же. 1962а. № 9. С. 1219–1220.
- Архангельская В. М. Сессия Совета по сейсмологии и ученого совета Института физики Земли АН СССР в связи со 100-летием со дня рождения основоположника сейсмологии академика В. Б. Голицына, посвященная изучению внутреннего строения Земли по сейсмическим данным // Там же. 1962б. № 10. С. 1399–1403.
- Архангельская В. М. Изучение поверхностных сейсмических волн // Информ. бюл. Комис. по сейсм. службе при Совете по сейсмологии АН СССР. 1962в. № 6. С. 27.
- Архангельская В. М. Развитие инженерной сейсмологии // Вестн. АН СССР. 1962 г. № 2. С. 114–115.
- Архангельская В. М. Сессия Совета по сейсмологии АН СССР в г. Душанбе // Там же. 1963. № 2. С. 336–339.
- Архангельская В. М. Сессия Совета по сейсмологии АН СССР в г. Москве // Там же. 1964. № 7. С. 1067–1070.
- Архангельская В. М. Сессия Совета по сейсмологии АН СССР в г. Ашхабаде // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1965а. № 7. С. 128–130.
- Архангельская В. М. Сейсмологические исследования Института физики Земли // Вестн. АН СССР. 1965б. № 8. С. 91–92.
- Архангельская В. М. Сессия Совета по сейсмологии в Южно-Сахалинске // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1966. № 4. С. 103–106.
- Архангельская В. М. Сессия Совета по сейсмологии в г. Кишиневе // Там же. 1967. № 12. С. 93–98.
- Бунин А. В., Саваренская Т. Ф. История градостроительного искусства. М.: Стройиздат, 1971. Т. 2. 412 с.
- Бунин А. В., Саваренская Т. Ф. История градостроительного искусства: В 2 т. 2-е изд. М.: Стройиздат, 1979. Т. 1. 495 с.; Т. 2. 411 с.
- Голицын В. Б. Избранные труды. Сейсмология. М.: Изд-во АН СССР. 1960. Т. 1. 490 с.; Т. 2. 490 с.



- Декабрьская сессия Отделения физико-математических наук АН СССР // Вестн. АН СССР. 1948. № 3. С. 112–113.
- Канторович А. В., Крылов В. И.* Приближительные методы. § 5. Другие методы решения дифференциальных уравнений // Математика в СССР за тридцать лет. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. С. 789–790.
- Кирнос Д. П., Харин Д. А., Шебалин Н. В.* История развития инструментальных наблюдений в СССР // Землетрясения в СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 9–66.
- Лазарева А. П.* Пятидесятилетие сейсмостанции «Пулково» // Вестн. АН СССР. 1957. № 1. С. 77.
- Новые работы по сейсмологии // Там же. 1950. № 3. С. 114–115.
- Саваренская Т. Ф.* История градостроительного искусства: Рабовладельческий и феодальный периоды. М.: Стройиздат, 1984. 376 с.
- Садовский М. А.* Предсказание времени землетрясений // Земля и Вселенная. 1978. № 6. С. 6–9.
- Соловьев С. Л.* Сессия Совета по сейсмологии АН СССР по вопросам сейсмического районирования // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 8. С. 1054–1056.
- Соловьев С. Л.* Развитие сейсмической службы в СССР // Вестн. АН СССР. 1959а. № 6. С. 121–122.
- Соловьев С. Л.* Сессия Совета по сейсмологии // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1959б. № 9. С. 1434–1435.
- Соловьев С. Л.* Сессия по сейсмичности и тектонике Прибайкалья и смежных территорий // Там же. № 10. С. 1527–1528.
- Соловьев С. Л.* Предисловие // Бюл. Совета по сейсмологии АН СССР. 1960а. № 8. С. 3–4.
- Соловьев С. Л.* Сессия Совета по сейсмологии // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1960б. № 10. С. 1510–1511.
- Соловьев С. Л.* Заседание Европейской сейсмологической комиссии // Там же. 1961а. № 1. С. 120.
- Соловьев С. Л.* Сессия Совета по сейсмологии АН СССР, посвященная сейсмическому микрорайонированию // Там же. № 9. С. 1394–1395.
- Сытинский А. Д.* Связь сейсмичности Земли с солнечной активностью и атмосферными процессами. Л.: Гидрометеоздат, 1987. 99 с.
- Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. Ташкент: Фан, 1971. 672 с.

## Основные даты жизни и деятельности Е. Ф. Саваренского

- 1911 – Родился в Туле в семье Ф. П. Саваренского (впоследствии академика)
- 1922 – Вместе с семьей переехал в Москву
- 1926 – Окончил среднюю школу. Поступил на курсы по подготовке в вуз
- 1928 – Поступил на математическое отделение физико-математического факультета МГУ
- 1930 – Перешел в Московский геологоразведочный институт (МГРИ)
- 1931 – Поступил на работу в Государственный геофизический институт Наркомзема РСФСР
- 1932 – Окончил МГРИ
- 1934 – Перешел на работу в Сейсмологический институт АН СССР. Выходит в свет первая статья («О продольных колебаниях в стержне с нарушенной структурой»)
- 1936 – Завершил создание Центральной сейсмической станции «Москва». Назначен заведующим станцией
- 1938 – Назначен исполняющим обязанности старшего научного сотрудника
- 1940 – Защитил кандидатскую диссертацию (на тему «Об аналитическом годографе»). Выход в свет обзора о глубокофокусных землетрясениях
- 1943 – Утвержден в звании старшего научного сотрудника
- 1945 – Начал читать курс лекций по сейсмологии (по совместительству) на физическом факультете МГУ. Награжден орденом «Знак Почета».
- 1946 – Публикация математической статьи о применимости теоремы Чаплыгина
- 1947 – Публикация статьи о Гармском землетрясении 1941 г.
- 1949 – Защитил докторскую диссертацию (на тему «Об углах выхода сейсмической радиации и некоторых смежных вопросах»). Назначен заведующим отделом сейсмологии и сейсмической службы Геофизического института АН СССР. Выходит в свет монография «Элементы сейсмологии и сейсмометрии» (совместно с Д. П. Кириным). Ввел службу срочных донесений о сильных землетрясениях на сейсмической станции «Москва»
- 1950 – Утвержден в звании профессора
- 1952 – Награжден орденом «Знак Почета». Вышло в свет «Руководство по производству и обработке наблюдений на сейсмических станциях СССР» под редакцией Е. Ф. Саваренского
- 1954 – Первая зарубежная командировка (в Румынию). Публикация первого наброска «Атласа сейсмичности СССР»
- 1955 – Пересмотр представлений о природе границ второго рода в оболочке Земли
- 1956 – Утвержден председателем Совета по сейсмологии АН СССР. Разработал (с Н. В. Вешняковым и др.) аппаратуру для тройных сейсмических станций, созданных для локализации штормов по микросейсам

- 1957 – Премирован президиумом АН СССР за разработку основ службы предупреждения о цунами. Провел конференцию сейсмологов социалистических стран в Ленинграде
- 1958 – Избран вице-президентом Европейской сейсмологической комиссии
- 1959 – Начала работу созданная по инициативе Е. Ф. Саваренского и благодаря его усилиям служба предупреждения о цунами на Дальнем Востоке СССР. Вышла в свет программная статья о методах определения фазовых и групповых скоростей поверхности волн
- 1961 – Вышла в свет монография «Землетрясения в СССР» под редакцией Е. Ф. Саваренского. Публикация подробной обзорной статьи по механизму очага землетрясения (совместно с А. В. Венденской и Л. М. Балакиной). Изучил влияние рельефа Земли на распространение микросейсм
- 1962 – Вышел в свет «Атлас землетрясений в СССР» под редакцией Е. Ф. Саваренского, С. Л. Соловьева и Д. А. Харина
- 1963 – Назначен заведующим отделом общей сейсмологии Института физики Земли АН СССР. Назначен заместителем главного редактора журнала «Физика Земли». Поставил работу в МГУ по расчету теоретических дисперсионных кривых поверхностных волн. Теоретический анализ возможностей микросейсм-районирования и использования высокочастотных микросейсм. Избран вице-президентом комитета по цунами Международного геодезического и геофизического союза
- 1964 – Поставил в МГУ физическое моделирование поверхностных волн
- 1965 – Назначен членом Высшей аттестационной комиссии при СМ СССР (занимал эту должность до 1975 г.)
- 1966 – Избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению наук о Земле. Участвовал в изучении причин возникновения и последствий Ташкентского землетрясения
- 1967 – Утвержден председателем Междуведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР. Скорректировал представления о строении оболочки Земли в результате наблюдений над длиннопериодными поверхностными волнами (совместно с О. Е. Старовойтом и др.)
- 1968 – Публикация первой работы по прогнозу времени землетрясения. Провел десятую ассамблею Европейской сейсмологической комиссии в Ленинграде
- 1969 – Избран членом-корреспондентом АН СССР (с совещательным голосом) Отделения общей физики и астрономии АН СССР
- 1970 – Избран председателем Европейской сейсмологической комиссии. Совместно с В. Б. Гласко использовал регуляризирующий алгоритм А. Н. Тихонова для уменьшения неопределенности при восстановлении строения земной коры из наблюдений над поверхностными волнами
- 1971 – Награжден орденом Ленина. Избран председателем Комиссии по прогнозу землетрясений Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли
- 1972 – Вышла в свет монография «Сейсмические волны»
- 1974 – Провел международный симпозиум по прогнозу землетрясений в Ташкенте
- 1975 – Награжден орденом Трудового Красного Знамени
- 1976 – Назначен членом президиума Совета государственной экспертизы Госстроя СССР. Принял участие в Межправительственной конференции ЮНЕСКО по оценке и смягчению последствий сильных землетрясений

- 1977 – Ушел с поста председателя Междуведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР. Президиумом АН СССР награжден премией им. О. Ю. Шмидта. Усовершенствовал (совместно с Г. Л. Косаревым) спектральный метод восстановления истинного движения земной поверхности при землетрясениях
- 1978 – Назначен по совместительству заведующим кафедрой сейсмологии и геоакустики геологического факультета МГУ. Избран вице-президентом Европейской ассоциации по сейсмостойкому строительству и инженерной сейсмологии
- 1979 – Изучал (с сотрудниками) влияние анизотропии земной коры и верхней мантии на объемные сейсмические волны. Последний раз выезжал за рубеж (в Австралию)
- 1980 – Вышла сводка данных о строении Восточно-Европейской равнины и Кавказа по дисперсии поверхностных волн. Вышла в свет публикация (совместно с И. Л. Нерсесовым) с анализом предвестников землетрясений. Скончался. Похоронен в Москве на Новодевичьем кладбище.

## Именной указатель

- Агамирзоев Р. А. 5  
Айвазов И. В. 32  
Акрамходжаев А. М. 102  
Амбарцумян В. А. 77  
Антоненко Э. М. 6, 68, 112  
Архангельская В. М. 92  
Архангельский В. Т. 30, 76
- Балавадзе Б. К. 116  
Балакина Л. М. 65, 139  
Безруков П. П. 36  
Белотелов В. Л. 76  
Белоусов В. В. 37, 77, 84, 83  
Болт Б. 96  
Бончковский В. Ф. 10–13, 23–25, 70  
Борисевич Е. С. 40, 79, 80, 92  
Бреховских Л. М. 36, 77  
Бугаевский Г. Н. 5, 6  
Буланже Ю. Д. 30  
Булин Н. К. 45  
Буллен К. 92, 96  
Бунэ В. И. 52, 81  
Бутовская Е. М. 35, 51, 52, 112  
Бюс Е. И. 35
- Вавилов С. И. 70  
Вадати К. 96  
Вальднер Н. Г. 43  
Ванек И. 78  
Введенская А. В. 65, 139  
Введенская Н. А. 30, 35  
Вейс-Ксенофонтowa З. Г. 31  
Вешняков Н. В. 12, 23, 30, 92, 138  
Влодавец В. И. 36  
Воларович М. П. 70  
Волосецкий Б. Н. 76  
Ворошина Е. В. 76  
Вул Б. М. 77
- Гайский В. Н. 30, 35  
Гамбурцев Г. А. 24, 30, 40, 70, 97  
Гарецкий Р. Г. 5  
Гвоздев А. А. 51  
Гегечкори Т. Ш. 76
- Гласко В. Б. 49, 51, 53, 54, 59, 139  
Голицын Б. Б. 5, 11, 18, 22, 31, 35, 38, 70, 72, 99, 100  
Голубева Н. В. 65  
Горбунова И. В. 35  
Горшков Г. П. 30, 89  
Губин И. Е. 35  
Гутенберг Б. 33, 34
- Джеффрис Г. 92, 96  
Добровольский А. Д. 9, 36  
Добровольский И. П. 6
- Емельянов А. П. 5
- Жарков В. Н. 81  
Живаго А. В. 9
- Зволинский Н. А. 5, 50  
Зенкович В. П. 36
- Ибрагимов Т. С. 76  
Ильясов Б. И. 5  
Иосиф Т. 65
- Казанли Д. Н. 67  
Калашников А. Г. 70  
Капица С. П. 70  
Кармалеева Р. М. 70  
Карник В. 78, 85  
Карус Е. В. 40, 83  
Кейлис-Борок В. И. 50, 65, 83  
Кендзера А. В. 59, 76  
Керимов И. Г. 76  
Кибель И. А. 77  
Килимник Л. Ш. 5  
Кирнос Д. П. 19, 24, 30, 36, 50, 79, 92, 138  
Коган С. Д. 24, 76  
Кожевников А. Д. 5  
Колосенко М. Н. 20  
Кондорская Н. В. 5, 6, 24, 35, 40, 76, 90, 92  
Кондратенко А. М. 70  
Коридалин Е. А. 84, 92  
Корхонен Х. 88

- Косарев Г. Л. 6, 47, 59, 63, 76,  
140  
Кригер Н. И. 5
- Лаврентьев М. А. 36  
Лазарева А. П. 5, 6, 45, 75, 76  
Левицкая А. Я. 19, 30, 35  
Линден Н. А. 20, 26, 30, 35  
Линьков Е. М. 5, 67, 75  
Ли Шанпан 78
- Масарский С. И. 26  
Матвеева Н. Н. 6  
Маторина Т. В. 33, 37  
Матушкин Б. А. 5  
Медведев С. В. 68  
Межнев Х. Н. 5  
Мишин С. В. 76  
Молоденский М. С. 32, 77  
Молотков Л. А. 81  
Монахов Ф. И. 23, 83  
Москвина А. Г. 76  
Муратов М. В. 77  
Мэй Шиюн 64, 76
- Назаров А. Г. 112  
Ненилина В. С. 33  
Нерсесов И. Л. 30, 70, 71, 140  
Никифоров П. М. 11-14, 18-  
20, 24  
Нинжбадгар С. 78
- Оборина С. Ф. 33  
Обухов А. М. 77  
Обухов Г. Г. 76
- Панасенко Г. Д. 6  
Папалашвили В. Г. 5  
Папалекси И. Д. 19  
Пархоменко Э. И. 70  
Петков И. Н. 78  
Петренко Е. Е. 22  
Петреску Г. 78  
Петрова Г. Н. 5  
Петросян А. Л. 76  
Петершмитт Э. 86  
Пешков А. Б. 52, 59, 76  
Полшков М. Н. 102  
Поляков С. В. 6  
Попов И. И. 45  
Проскуракова Т. А. 23  
Прохоров А. М. 77
- Рагимов Ш. С. 41, 59, 76  
Раду С. 65
- Рашидов Т. Р. 5  
Ризниченко Ю. В. 77, 79, 81, 83,  
117  
Ритсема А. Р. 85  
Рихтер Ч. 34  
Розова Е. А. 30, 35  
Ротэ Ж.-П. 96  
Рыкунов Л. Н. 51, 75  
Рябинкин Л. А. 9
- Саваренская А. А. 7, 8  
Саваренская О. Е. 6, 24  
Саваренская Т. Ф. 5, 24  
Саваренский А. П. 9  
Саваренский В. Е. 24  
Саваренский Ф. П. 7-9  
Саваренский Ю. Н. 9  
Садиков Ф. С. 76  
Садовский М. А. 115  
Святловский А. Е. 36  
Синицын А. П. 5  
Сихарулидзе Д. И. 5, 42, 59, 76  
Смирнова М. Н. 5  
Соколова Д. Г. 76  
Соловьев С. Л. 76, 79, 139  
Соловьева О. Н. 41, 59, 92  
Сретенский Л. Н. 36, 77  
Старовойт О. Е. 46, 59, 76, 139  
Страхов Н. М. 77  
Сытинский А. Д. 51
- Табулевич В. Н. 67, 76  
Твалтвадзе Г. К. 116  
Тессер Р. К. 78  
Тищенко В. Г. 5  
Тихонов А. Н. 53, 54, 59, 77,  
139  
Тресков А. А. 35, 113  
Трофимук А. А. 77  
Тутберидзе Н. П. 44, 55
- Удинцев Г. Б. 36  
Уломов В. И. 5, 52, 76  
Ульман В. 78  
Успенская А. А. (см. Саварен-  
ская А. А.)
- Федорепко В. С. 5  
Федоров Е. К. 77  
Федоров С. А. 6, 59, 76  
Федотов С. А. 70  
Федьинский В. В. 102  
Фролова Н. И. 6, 76  
Фу Чен-и 92

Хагивара Т. 91  
Харин Д. А. 20, 30, 35, 78, 83,  
92, 139  
Харитонов О. М. 5

Цхакая А. Д. 35, 105, 116  
Цытович Н. А. 77

Чаплыгин С. А. 20  
Чернявкина М. К. 30  
Чесноков Е. М. 76

Шамина О. Г. 63  
Шатский Н. С. 77

Шебалин Н. В. 35  
Шевлеков Ю. А. 5  
Шечков Б. Н. 41, 51, 59, 76  
Шмидт О. Ю. 24  
Шулейкин В. В. 36, 77

Щербаков Д. И. 77

Эдъед Л. 78  
Этвеш Л. 80

Якупов О. Т. 5  
Яновская Т. Б. 5, 50, 60, 75, 76

## Оглавление

От автора . . . . .	5
Глава 1. Первые самостоятельные шаги. Работа в Сейсмологическом институте АН СССР (1928—1947 гг.) . . . . .	7
Глава 2. Работа в Геофизическом институте АН СССР (1948—1956 гг.) . . . . .	26
Глава 3. Исследования поверхностных сейсмических волн . . . . .	40
Глава 4. Другая научная и организационная деятельность в 60-е и 70-е годы . . . . .	61
Глава 5. Международная деятельность . . . . .	78
Глава 6. Руководство Советом по сейсмологии и Межведомственным советом по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР . . . . .	97
Эпилог . . . . .	116
Труды Е. Ф. Саваренского . . . . .	118
Издания, отредактированные Е. Ф. Саваренским . . . . .	133
Литература о Е. Ф. Саваренском . . . . .	135
Цитируемая литература . . . . .	136
Основные даты жизни и деятельности Е. Ф. Саваренского . . . . .	138
Именной указатель . . . . .	141

Научное издание

Соловьев Сергей Леонидович

Евгений Федорович Саваренский (1911—1980)

Утверждено к печати

Редколлегией «Научно-биографической серии» Академии наук СССР

Редактор издательства М. А. Суханов. Художник А. Г. Кобрин  
Художественный редактор А. В. Здрилько. Технические редакторы  
М. В. Абаджян, Т. А. Калинича. Корректоры Р. С. Алимова,  
Р. З. Землянская

ИБ № 39726

Сдано в набор 26.06.89. Подписано к печати 09.10.89. Т-00479. Формат 84×108<sup>1/32</sup>. Бумага книжно-журнальная импортная. Гарнитура обыкновенная новая. Печать высокая. Усл. печ. л. 7,56. Усл. кр. отт. 7,77. Уч.-изд. л. 8,1. Тираж 3500 экз. Тип. зак. 3253. Цена 50 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»

117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»

121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6





*С.Л.Соловьев*

**Евгений Федорович  
САВАРЕНСКИЙ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА:

---

Настоящая книга рассказывает о крупном советском ученом-сейсмологе, члене-корреспонденте АН СССР Евгении Федоровиче Саваренском (1911—1980). Е. Ф. Саваренский много сделал для развития советской сейсмологии, для укрепления связей сейсмологов нашей страны с коллегами из других стран. Рассмотрены все грани научного творчества ученого, его научно-организационной и общественной деятельности. Автор книги о Е. Ф. Саваренском — член-корреспондент АН СССР, заведующий отделом сейсмологии Института океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР Сергей Леонидович Соловьев — был учеником Е. Ф. Саваренского, работал с ним в Геофизическом институте АН СССР и Совете по сейсмологии АН СССР с 1953 г. В 1961—1976 гг. С. Л. Соловьев возглавлял созданную Е. Ф. Саваренским Службу предупреждения о цунами в Южно-Сахалинске.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазинов «Книга — почтой» «Академкнига»:  
480091 **Алма-Ата**, 91, ул. Фурманова, 91/97; 370005 **Баку**, 5, ул. Джапаридзе, 13; 320093 **Днепропетровск**, проспект Ю. Гагарина, 24; 734001 **Душанбе**, проспект Ленина, 95; 252030 **Киев**, ул. Пирогова, 4; 277012 **Кишинев**, проспект Ленина, 148; 443002 **Куйбышев**, проспект Ленина, 2; 197345 **Ленинград**, Петрозаводская ул., 7; 220012 **Минск**, Ленинский проспект, 72; 117192 **Москва**, В-192, Мичуринский проспект, 12; 630090 **Новосибирск**, Академгородок, Морской проспект, 22; 620151 **Свердловск**, ул. Мамина-Сибиряка, 137; 700187 **Ташкент**, ул. Дружбы народов, 6; 450059 **Уфа**, 59, ул. Р. Зорге, 10; 720001 **Фрунзе**, бульвар Дзержинского, 42; 310078 **Харьков**, ул. Чернышевского, 87.

50 коп.