



J. Menendez

НАУЧНЫЙ ПУТЬ ГЕОРГИЯ ИСАЕВИЧА ТЕР-СТЕПАНЯНА

(к 75-летию со дня рождения)

Академик АН АрмССР, профессор, докт. техн. наук **А. Г. НАЗАРОВ**¹

и канд. геол.-минер. наук А. П. АРАКЕЛЯН²

В 1982 г. исполнилось 75 лет со дня рождения выдающегося ученого в области механики грунтов и инженерной геологии, заведующего Лабораторией геомеханики ИГИС АН АрмССР, члена-корреспондента АН АрмССР, профессора, доктора технических наук, одного из основоположников учения об оползнях, создателя теории глубинной ползучести склонов Георгия Исаевича Тер-Степаняна.

Георгий Исаевич родился 16 апреля 1907 г. в Тифлисе. Отец его был ветеринарным врачом, мать—педагогом. Он окончил в 1924 г. техникум, а в 1931 г. строительный факультет Политехнического института Грузии; одновременно учился на английском факультете Института иностранных языков.

Научную работу Г. И. Тер-Степанян начал в 1930 г. в Закавказском институте сооружений еще будучи студентом; здесь он заведовал оползневой группой, а затем был начальником партии по исследованию основания плотины Храмской гидростанции. В 1931 г. он был откомандирован в Ленинград для усовершенствования в области механики грунтов. Там он работал вначале в Ленинградском НИИ коммунального хозяйства, а затем НИИ водного транспорта и НИИ сооружений; занимался исследованием оползней на Волге, изучением свойств грунтов стройплощадок в различных районах СССР и изучением внутреннего трения грунтов. Одновременно Г. И. Тер-Степанян был ассистентом по основаниям и фундаментам, вначале в Институте инженеров путей сообщения, а затем в Институте инженеров коммунального строительства. В 1936 г. он был откомандирован в распоряжение Экспортстроя для работы за рубежом, где занимался исследованием фундаментов.

В 1939 г. Г. И. Тер-Степанян вернулся в Ленинград; заведовал лабораторией грунтов в Тресте глубинных работ и вел исследования грунтов в Ленинградской и Мурманской областях; одновременно был доцентом Ленинградского института инженеров коммунального строительства.

Незадолго до начала Великой Отечественной войны Г. И. Тер-Степанян был назначен научным руководителем исследований Лихского оползня в Грузии; детальное изучение механизма оползня и ведение систематических наблюдений позволили ему организовать здесь службу краткосрочных прогнозов и в течение всего военного времени под-

¹ Академик-секретарь Отделения наук о Земле АН АрмССР.

² Старший научный сотрудник Лаборатории геомеханики ИГИС АН АрмССР.

держивать движение на магистральной железной дороге без снижения скорости.

В 1945 г. Г. И. Тер-Степанян перешел на работу в Институт геологических наук АН АрмССР, где возглавил отдел инженерной геологии и гидрогеологии, позже переименованный в Лабораторию геомеханики и переведенный в Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР, где он и работает по настоящее время. С 1972 г. он являлся профессором по инженерной геологии в Ереванском университете, а позже профессором по основаниям и фундаментам в Ереванском политехническом институте.

В 1939 г. Г. И. Тер-Степанян защитил кандидатскую диссертацию на тему «О внутреннем трении грунтов», в 1956 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Глубинная ползучесть склонов и методы ее изучения», в 1960 г. получил ученое звание профессора, а в 1977 г. был избран членом-корреспондентом АН АрмССР по специальности «инженерная геология».

Исследования, проведенные Г. И. Тер-Степаняном, позволили ему получить ряд радикальных инженерных решений различных проблем, давших существенный экономический эффект, и сделать большой научный вклад в инженерную геологию и механику грунтов. Основные этапы этих исследований следующие.

В области механики грунтов еще в тридцатых годах Г. И. Тер-Степанян обнаружил явление скачкообразной перестройки структуры грунтов при сдвиге, в процессе которой происходит переориентация чешуйчатых частиц и разработал простой графо-аналитический метод определения критической высоты земляных сооружений. Несколько позже им была впервые установлена метастабильность структуры высокочувствительных позднеледниковых морских глин и разработаны методы ее изучения. Применение этих выводов при строительстве фундаментов зданий в Ленинградской и Мурманской областях позволило уже в конце тридцатых годов отказаться от традиционных свай, разрушающих при забивке естественную структуру глин, что имело высокий экономический эффект. Им был предложен также графо-аналитический метод сложения напряжений в земляном массиве.

Г. И. Тер-Степанян определил ближайшие задачи геомеханики для областей различных глубин, решение которых необходимо для установления механизма протекающих в них геологических процессов. Основное внимание было уделено теоретически сложному и практически наиболее важному вопросу о движении земляных масс на склонах и, в частности, оползневым явлениям. Им были изучены геологические и реологические предпосылки оползания, причем основное внимание было сконцентрировано на длительной подготовительной фазе оползания, названной фазой глубинной ползучести, в течение которой на склонах происходят медленные деформации. Теория глубинной ползучести позволяет объяснить ряд явлений, происходящих на склонах, анализировать механизм оползней, прогнозировать оползание и осуществлять противооползневые работы в подготовительной фазе ползучести, когда воздействие на склон наиболее эффективно. Г. И. Тер-Степаняном был разработан экономически целесообразный наблюдательный метод борьбы с оползнями, заключающийся в последовательном устройстве противооползневых сооружений с параллельным ведением наблюдений за динамикой склона и позволяющий контролировать ход процесса стабилизации склона и дозировать объем осуществляемых мероприятий. Им разработана детальная морфогенетическая классификация оползневых трещин и классификация

оползневых деформаций зданий и инженерных сооружений. Результаты исследований по теории глубинной ползучести склонов Г. И. Тер-Степаняном опубликованы в монографиях «О длительной устойчивости склонов», изданной на русском (Ереван, 1961) и английском (Осло, 1963) языках, «Новые методы изучения оползней» (Ереван, 1979) и коллективной монографии «Современные методы прогноза оползневых процессов» (Москва, 1981), а также доложены на ряде международных конгрессов и симпозиумов. Он установил лавинный механизм гидродинамических (связных) селей, согласно которому загадочное поведение этих образований объясняется влиянием фильтрационного давления. Им изучены некоторые особенности механизма земляных потоков. Разработан метод построения годографов ползучести склона.

В области геологии в 1958 г. впервые выдвинул идею о наличии соляной тектоники в Ереване, которая позже подтвердилась при изучении механизма погребенных оползней верхнеплиоценового времени в ущелье р. Раздан. Изучен механизм образования загиба голов пластов. Определена причина медленного наклона скал в Щелинце Велком в Польше, долгое время оставшегося загадочным, и указаны способы устранения этого явления.

В области геоморфологии Г. И. Тер-Степаняном выделена новая форма микрорельефа—аккумулятивные гряды, располагающиеся вдоль простирающихся склонов и связанные с накоплением материала вдоль дорог, межей и других препятствий.

В области инженерной геологии были изучены строительные свойства грунтов площадок промышленного, гидротехнического и жилищного строительства в Ленинградской и Мурманской областях, Грузии и Армении, на Волге, Северном Кавказе, в Чите, Иране и т. д.; составлена инженерно-геологическая карта Арм. ССР в масштабе 1 : 1 000 000.

В области гидрогеологии выделены и описаны типы гидрогеологических поперечников в ущельях, прорезающих базальты и подстилающие их глины; разработан пьезометрический метод полевого определения вертикальной составляющей фильтрационного давления, необходимого для анализа эффективных напряжений в оползневом теле.

В области фундаментостроения исследованы условия работы свайных оснований в Ленинграде и установлена возможность использования существующих старых свайных оснований при реконструкции ленинградских мостов вместо устройства новых. Испытаны пробной нагрузкой грунты и кусты свай, проанализированы зоны ползучести в водонасыщенных слабых грунтах под сплошными основаниями и сформулированы принципы расчета фундаментов оползневых сооружений; в Тавризе установлена возможность заменить первоначально запроектированные железобетонные сваи основания элеваторов экономичными плоскими фундаментами.

В области инженерной геодезии Г. И. Тер-Степаняном разработан графический дифференциальный метод наблюдений за смещением знаков, установленных на оползнях, основанный на применении линии положений и номограмм. Введен ряд новых понятий (линии перемещений, главные оси репера, перпендикулярные засечки и т. д.) и разработаны методы полевых и камеральных работ, позволяющие рационализировать и упростить работы при сохранении необходимой точности. Разработаны также методы сгущения наблюдательных сетей и применения трилатеральных знаков для ведения наблюдений в тесных условиях местности при отсутствии видимости. Результаты работ изложе-

ны в монографии «Геодезические методы изучения динамики оползней», выдержавшей два издания (Москва, 1972 и 1978) и изданной на немецком языке (Лейпциг, 1976).

В области молекулярной физики Г. И. Тер-Степаняном исследованы условия равновесия капиллярных систем. Полученные результаты были применены для дифференциации механизма близких по внешнему виду, но различно ведущих себя капиллярно-подвешенных вод, могущих находиться в равновесии с окружающей средой, и всяких горизонтов грунтовых вод, равновесие которых неустойчиво; был также выявлен своеобразный механизм оползней, вызванных капиллярным сифонированием, в процессе которого вода может частично перемещаться вверх в форме водяного пара.

В области прикладной математики разработана теория цепных номограмм с прямолинейными шкалами, основанная на применении новых понятий—коэффициента шкалы и безразмерного параметра преобразования, которые позволяют вычислять алгоритмы и составлять рациональные номограммы для функции многих переменных. Установлена аддитивность характеристических элементов ответных шкал второй и аналогичность ответных шкал первой канонических форм уравнений; это позволяет непосредственно записывать симметричные выражения характеристик ответных шкал. Результаты изложены в монографии «Инженерные цепные номограммы», изданной в Ереване в 1965 г. На основании разработанной теории номограмм был предложен метод проективной анаморфозы экспериментальных кривых для получения эмпирических формул, который позволяет графо-аналитическим путем определить параметры уравнений дробно-линейных функций.

В области реологии грунтов предложена структурная теория ползучести глины при сдвиге, подтвержденная длительными (до шести лет) опытами. Предложен полевой метод определения реологических свойств грунтов по наблюдениям за ходом глубинной ползучести склонов; этот метод имеет ряд преимуществ перед лабораторными определениями реологических свойств грунтов.

В 1956 г. Г. И. Тер-Степанян путем технико-экономических расчетов доказал нецелесообразность старой схемы использования вод озера Севан, заключающийся в спуске его уровня на 50 метров для уменьшения испарения, и необходимость сохранения уровня озера на отметке, близкой к естественной. Следствием пересмотра старой схемы было строительство в 1963—1981 гг. 48-километрового туннеля Арпа—Севан для компенсации озера водами р. Арпа.

Г. И. Тер-Степанян участвовал в составлении русской части Восьмизычного словаря по механике грунтов и фундаментостроению (Цюрих, 1967; Торонто, 1981), опубликовал на русском и армянском языках международные символы по механике грунтов и скальных пород, участвовал в составлении международной терминологии по механике скальных пород на английском, французском и немецком языках.

Г. И. Тер-Степанян является автором нескольких приборов для изучения физико-механических свойств грунтов и механизма оползней.

Результаты исследований Г. И. Тер-Степаняна нашли отражение в справочной и учебной литературе. Исследования по теории оползневого процесса явились предметом совместных научных работ с иностранными научными учреждениями (Чехословакии, Венгрии и Болгарии).

Г. И. Тер-Степаняна как крупного специалиста в области механики грунтов и инженерной геологии неоднократно приглашали читать

փոխվում է Լենինգրադ, աշխատում է գրունտների մեխանիկայի բնագավառում, դասախոսում հիմքերի և հիմնատակերի առարկան բարձրագույն ուսումնական հաստատություններում: 1945 թվին տեղափոխվում է Երևան և ՀՍՍՀ գիտությունների ակադեմիայում զբաղվում ինժեներական երկրաբանության և գրունտների մեխանիկայի հետազոտություններով: Տեր-Ստեփանյանն այժմ ԳԻՍԻ գեոմեխանիկայի լաբորատորիայի վարիչն է:

Գեորգ Տեր-Ստեփանյանը ստացել է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի (1939) և դոկտորի (1956) գիտական աստիճաններ Լենինգրադի ինժեներական-շինարարական ինստիտուտում: Պրոֆեսոր է 1960 թ., իսկ ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից անդամ՝ 1977 թ.: Պրոֆեսոր Տեր-Ստեփանյանը հրատարակել է 7 մենագրություն և 197 գիտական հոդվածներ: Երկու գիրք և 63 հոդվածներ տպագրվել են արտասահմանում:

Գրունտների մեխանիկայի մեջ նա հայտնաբերեց սահքի ժամանակ զրրունտի քառասյին կառուցվածք ունեցող թռչքանման վերակառուցումը և փաթիլային մասնիկների կողմնորոշումը (1936) և զգայուն ուշ-ստացադաշտային ծովային կավերի կառուցվածքի անկայուն հավասարակշռությունը (1941): Դա հնարավորություն տվեց ՍՍՀՄ հյուսիսային որոշ շրջաններում հրաժարվել ցցերի վարսելուց: Գեոմեխանիկայի բնագավառում նա առաջարկեց լանջերի խորքային հոսքի տեսությունը՝ հետազոտելով ընթացքի նախապատրաստական փուլը (1955), սողանքների դեմ պայքարի դիտողական եղանակը (1955), սելավների լավինային մեխանիզմը (1968), բազմահարկ սողանքների (1969) ու հողահոսքերի (1973) մեխանիզմը և մշակեց սողանքների ուսումնասիրման մի բանի նոր եղանակներ (մենագրություն, 1973): Նա հայտնաբերեց Երևանի շրջանում աղային տեկտոնիկայի առկայությունը և թաղված սողանքների մեխանիզմը (1969): Ինժեներական գեոդեզիայում նա զարգացրեց սողանքների տեղաշարժերի զբաֆիկական դիֆերենցիալ եղանակը (մենագրություն, 1972, երկրորդ հրատ. 1978, գերմանական հրատարակություն, 1976): Կիրառական մաթեմատիկայի բնագավառում Տեր-Ստեփանյանն առաջարկեց ուղղագիծ սանդղակներով շղթյաձև նոմոգրամների տեսությունը բազմաթիվ փոփոխականների համար (մենագրություն, 1965), գրունտների ռևոլոզիայում՝ սահքի ժամանակ կավերի սողքի կառուցվածքային տեսությունը, որը հիմնված է գրունտների զեֆոնոմացիայի շորս մակարդակների վրա, նրանցից մեկը հավանական բնույթի է (1975): Գիտական լեզվաբանության մեջ նա մասնակցեց գրունտների մեխանիկայի միջազգային բառարանի (1967 և 1981) և ժայռային ապարների մեխանիկայի տերմինոլոգիայի (1975) կազմմանը: Կազմել է նաև Անգլերեն-ռուսերեն-հայերեն ինժեներակիրաբանական և գեոտեխնիկական բառարան (դեռ չտպագրված):

Բնության պահպանության հարցում նա ապացույցեց Սեանա լճի իջեցման նախադժի տեխնիկական և տնտեսական անտեղիությունը և նախկին մակարդակի վերականգնման անհրաժեշտությունը (1956):

Պրոֆ. Գ. Տեր-Ստեփանյանը հանդես է եկել որպես հիմնական զեկուցող գիտության վիճակի և պանելիստ՝ գրունտների մեխանիկայի, ժայռային ապարների մեխանիկայի և ինժեներական երկրաբանության մի շարք միջազգային կոնգրեսներում և սիմպոզիումներում: Գասախոսել է Նորվեգիայում, Շվեդիայում, Բելգիայում, Ճապոնիայում, Հունգարիայում և բազմաթիվ այլ երկրներում: Հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով լույս տեսնող «Գեո-

մեխանիկայի պրոբլեմներ»-ը, ժողովածուի հիմնադիրն է, մի շարք գիտական ամսագրերի խմբագրական կոլեգիաների անդամ: Նա անդամ է գրունտների մեխանիկայի և ժայռային ապարների մեխանիկայի միջազգային ընկերությունների և ինժեներական երկրաբանության միջազգային ասոցիացիայի, ինչպես նաև այդ կազմակերպությունների մի շարք հանձնաժողովների: Նա ՍՍՀՄ գիտությունների ակադեմիայի ինժեներական երկրաբանության և հիդրոերկրաբանության գիտական խորհրդի բյուրոյի անդամ է և այդ խորհրդի սողանքային հանձնաժողովի նախագահը: Բարձր ստեղծագործական գործունեությունը պրոֆ. Գ. Տեր-Ստեփանյանի առանձնահատկությունն է, որն արտահայտվում է գրունտների մեխանիկայի և ինժեներական-երկրաբանության բարձր գիտական և պրակտիկ խնդիրների լուծման բնագավառում: Նրա էրուդիցիան, գիտական և ինժեներական տաղանդն իր աշխատանքային նվաճումների զրավականն են:

GEORGE TER-STEPANIAN'S SCIENTIFIC WAY

(On the 75th anniversary of his birthday)

ARMEN NAZAROV, Prof., Dr. Sc. (Eng.), Mem. Armen. Ac. Sc.¹

and ANAHIT ARAKELIAN, Cand. Sc. (Geol. Miner.)²

Professor George Ter-Stepanian celebrated the 75th anniversary of his birthday on 16 April 1982. He is an outstanding scientist in the field of soil mechanics and engineering geology, one of founders of the science on landslides, the author of the theory of depth creep of slopes and the structural theory of creep of clays.

George Ter-Stepanian was born in Tiflis in physician's family. He graduated from the Georgian Polytechnical Institute in 1931. He started his scientific activity with the Transcaucasian Institute of Structural Research in 1930 being still a student. Later on in 1932 he moved to Leningrad. He worked there in the field of soil mechanics at research institutes and lectured in foundation engineering at educational institutes. He moved to Yerevan in 1945 and devoted himself to investigations into the engineering geology and soil mechanics at the Armenian Academy of Sciences; he continues still to work there as the head of the Laboratory of Geomechanics.

George Ter-Stepanian received the degree of Cand. Sc. (Eng.) in 1939 and that of Dr. Sc. (Eng.) in 1956, both from the Leningrad Institute of Civil Engineering; he was appointed as Professor in 1960 and elected as Corresponding Member of the Armenian Academy of Sciences in 1977. Professor G. Ter-Stepanian published 7 monographs and 197 scientific papers; two books and 63 papers were published abroad in foreign languages.

¹ Academician Secretary, Dept. of Earth Sciences, Armenian Ac. Sc.

² Senior Scientific Worker, Laboratory of Geomechanics IGES, Armenian Ac. Sc.

Following contributions to the science should be mentioned among others. In soil mechanics he detected the jump-like re-organization of the random soil structures and the orientation of the scale-like particles during shear (1936) and the metastability of the structure of sensitive late-glacial marine clays (1941); it enabled to give up the piling in some northern regions of the USSR. In geomechanics he proposed the theory of depth creep of slopes analyzing the preparatory phase of the process (1955), the observational method of the landslide control (1955), the avalanche-like mechanism of mudflows (1968), the mechanism of multi-storeyed landslides (1969) and earthflows (1973), and developed a number of new methods of the landslide study (monograph in 1978); he ascertained the presence of salt tectonics and mechanism of buried landslides in the Yerevan region (1969). In engineering geodesy he developed the graphical differential method of measuring the landslide displacements (monograph in 1972, 2nd ed. in 1979, German edition in 1976). In applied mathematics he proposed the theory of chain nomograms with rectilinear scales for many variables (monograph in 1965). In soil rheology he proposed the structural theory of creep of clays during shear based on consideration of four levels of soil deformation, one of them being of the stochastic nature (1975). In scientific lexicography he participated in compiling the International Lexicons on Soil Mechanics (1967 and 1981) and in the Terminology on Rock Mechanics (1975); he compiled also the English-Russian-Armenian engineering geological and geotechnical dictionary (not published yet). In the problem of conservation of nature he proved the technical and economical erroneousness of the project under realization of the Sevan lake discharge and the necessity to maintain its original level (1956).

Prof. G. Ter-Stepanian acted as general reporter, state-of-the-art reporter and panellist at a number of international congresses and symposia on soil and rock mechanics and engineering geology, lectured in Norway, Sweden, Belgium, Japan, Hungary and many other countries. He founded the Transactions „Problems of Geomechanics“ published in Armenian, Russian and English and is the member of editorial boards of a number of scientific journals. He is the member of the International Societies on Soil Mechanics and on Rock Mechanics and of the International Association on Engineering Geology, and the member of a number of commissions of these organizations as well. He is the member of the Bureau of the Scientific Council on the Engineering Geology and Hydrogeology of the Academy of Sciences of the USSR and the Chairman of the Landslide Commission of this Council; he is the member of different scientific councils and commissions.

The highly creative activity is characteristic of Prof. G. Ter-Stepanian; it showed itself in the incessant striving to solve the urgent scientific and practical problems of soil mechanics and engineering geology. His erudition, his talent for science and engineering are warrants for new achievements in his work.