

## ԽԻՍՏ ՆԵՂՎԱԾ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ԿԵՏԵՐԻ ՏԵՂԱՇԱՐԺԻ ԴԻՏՄԱՆ ԳԾԱՅԻՆ ՀԱՏՈՒՄՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

Պրոֆեսոր, տեխն. գիտ. դոկտոր Գեորգ ՏԵՐ-ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ<sup>1\*</sup>

և աշխարհագրագետ ՎՈՂՈԴՅԱ ՋԱՔԵՅԱՆ<sup>2\*</sup>

Ռեֆերատ: Տեղանքի նեղված պայմաններում սողանքային կետերի տեղաբաշխման ղեկավարողական դիտումները կատարել անկյունային հատումների սովորական մեթոդով բավական դժվար էր: Նման դեպքերում ավելի հարմար է գծային հատումների բազմաճառագայթային դիֆերենցիալ մեթոդը: Դիտումների արդյունքների մշակումը կարելի է կատարել զրաֆիկական պարզ մեթոդով:

Գործնականում հանդիպում են սողանքների դինամիկայի ուսումնասիրման դեպքեր, երբ տեղաշարժի դիտումը պետք է կատարել տեղանքի խիստ նեղված պայմաններում, օրինակ, սողանքային գոտու և կառուցվածքի անմիջական հարման տեղում:

Անկյունային հատման սովորական մեթոդը այս դեպքերում կիրառելի չէ, քանի որ նեղվածքի պատճառով դժվարանում է գործիքի տեղակայումը, իսկ երբեմն էլ, հեռավորությունների կարճության պատճառով, դիտասեռեռն անհնարին է դառնում: Տվյալ դեպքում ավելի պարզ և ճշգրիտ է գծային հատումների մեթոդը: Այդ եղանակը լուսաբանված է ներքևում բերված օրինակում: Դիրիշան քաղաքի կենտրոնական մասի խոշոր սողանքի ստորոտում գտնվում է երաժշտական դպրոցի երկհարկանի շենքը, որը կառուցվել է անցյալ դարի վաթսուհին թվականներին: Քաղաքի կենտրոնական մասն ընդգրկող խոշոր սողանքի ակտիվացման հետևանքով, երեսուցական թվականներին դարգացավ լանջի խորքային սողքը և սկսվեց հողային զանգվածի աստիճանական տեղաշարժումը դեպի դպրոցի շենքը: Սողանքի սահեցման մակերևույթին անցնում էր դպրոցի շենքի հիմքի վերին շուրթից քիչ վեր (նկ. 1, Ե)<sup>3</sup>: 1959 թ. շենքը պահպանելու համար կառուցվեց 2 մ բարձրությամբ և ներքին մասում 1,5 մ լայնությամբ հենապատ 1: Այդ հենապատը հաշվարկված չէր հողի պասիվ ճնշման համար: Անբավարար շափերի հետևանքով պատը չէր կարող դիմադրել սողացող զանգվածի ճնշմանը: Լանջի շարունակվող խորքային սողքի հետևանքով 1966 թ. հենապատը տեղաշարժվեց դեպի շենքի կողմը (դիրք 2, նկ. 1, Ե) և սկսեց ճնշել պատշգամբի երկաթբետոնե սյուներին 3 ավերելով նրանց:

Ստեղծված վտանգի պատճառով սկզբում որոշվեց քանդել շենքը: Սակայն նրկարաբանական գիտությունների ինստիտուտի կողմից 1965 թ. կատար-

<sup>1</sup> Գեոմեխանիկայի բաժնի վարիչ:

<sup>2</sup> Գեոմեխանիկայի բաժնի ավագ ինժեներ:

\* ՀՍՍՀ ԳԱ նրկարաբանական գիտությունների ինստիտուտ:

<sup>3</sup> Նկարները տե՛ս էջ 113—114:

ված զենումը ցույց տվեց, որ սահմանափակված մակերևույթի ամբողջ երկայնությունը հատում է հենապատը վերին շուրթի մակարդակում և որ այդ մակերևույթի շերտերն ընկած գոտում ոչ մի ձևափոխություն չի կատարվում: Ենթևում դրանից հանձնարարվեց դպրոցի շենքը չբանդել, այլ նրա անվտանգությունը ապահովելու համար կառուցել անշարժ գրունտի վրա հիմնված նոր հենապատ, որը կկարողանա դիմահարել սողացող զանգվածի ճնշմանը: առաջարկվեց շենքի անմիջապես մոտ ընկած մասում կատարել լանջի տեղաշարժման դիտումները: Նոր հենապատը կառուցվեց 1966 թ., սակայն այն ևս չունի անհրաժեշտ չափեր:

Լանջի դինամիկայի դիտումները կատարելու համար կիրառվեց գծային հատումների դիֆերենցիալ մեթոդը: Այն կայանում է լանջի մակերևույթի վրա մի շարք սողանքային կետերի տեղադրման, և այդ կետերից մինչև մի քանի մարկանները հեռավորությունների չափման մեջ. այդ մարկանները տեղադրված են շենքի բակի կողմի լրիվ կայուն պատի վրա: Պատի մարկաններից դեպի սողանքային կետերը ճառագայթների թեքությունը գնալով, որոշվում է նրանց թեքության անկյունը և հաշվարկվում են ուղղումները: Քանի որ գծային թեքությունը քիչ փոփոխական է, ապա այդ ուղղումը որոշվում է միայն մեկ անգամ, դիտման ցանցի կազմակերպման ժամանակ և հետագայում մոտցվում է բոլոր չափված հեռավորությունների մեջ:

Շենքի պատին ամրացվել են երեք մարկաններ՝ A, B և C, իսկ լանջի վրա՝ 10 սողանքային կետեր (№ 201—210): 1965—68 թթ. ընթացքում կատարվել է դիտումների 6 ցիկլ: Չափումները կատարվել են 50 մ երկարությամբ պողպատե չափերիցի օգնությամբ: Արդյունքների ամբողջ մշակումը կատարվել է դրաֆիկական մեթոդով: Այդ մեթոդն բաղկացած է հետևյալ գործողություններից՝

1. Շենքի պլանի վրա ցույց է տրվում պատի A, B և C մարկանների տեղադիրքը:

2. Ուղիղ հատումների եղանակով առաջին ցիկլի չափումների տվյալների համաձայն (հաշվի առնելով թեքության ուղղումը) գրաֆիկորեն որոշվում է սողանքային բոլոր կետերի դիրքը և կառուցվում է դիտման ցանցի պլանը (նկ. 1, a):

3. Յուրաքանչյուր սողանքային կետի համար կազմվում է գծագիր, որի վրա ցույց են տրվում կոորդինատային առանցքները և D<sub>i</sub> տեղափոխման գծերը. այդ գծերը անցկացվում են զուգահեռ՝ համապատասխան ճառագայթներին: Նկ. 2-ում ցույց է տրված կառուցումը № 206 սողանքային կետի համար:

4. Տեղափոխման գծերի ծայրերին վերակցվում են նշաններ. պլանը համապատասխանում է պատի մարկանների և սողանքային կետերի միջև եղած հեռավորության մեծացմանը, միևուր—նվազեցմանը:

5. Դիտման յուրաքանչյուր ցիկլում բոլոր սողանքային կետերի համար հաշվարկվում է հեռավորությունների աճը (տեղափոխման d<sub>i</sub> մեծությունը). Այդպիսի հաշվարկ բերված է աղյուսակ 1-ում՝ № 206 սողանքային կետի համար, չորրորդ ցիկլում:

6. Տեղափոխման d<sub>i</sub> մեծությունները տեղադրվում են համապատասխան տեղափոխման D<sub>i</sub> գծերի վրա: Ստացված կետերում տեղափոխման գծերին ուղղահայաց անց են կացվում L<sub>i</sub> դիրքի գծեր. սողանքային տեղաշարժված դիրքը ստացվում է L<sub>i</sub> գծերի հատման կետում: Գծագրի վրա (նկ. 2) ցույց է տրված նման կառուցում սողանքային կետի համար չորրորդ ցիկլում:

Եթե սողանքային կետը դիտվել է երկու ճառագայթով (կետեր № 202—205 և 208—209), ապա կոորդինատների սկզբի և դիրքի գծերի հատման կետի միջև եղած հեռավորությունը որոշում է սողանքային կետի լրիվ տեղաշարժումը: Այսպիսով, երկու ճառագայթների դեպքում դիտման սխալը ամբողջությամբ մտնում է արդյունքի մեջ: Եթե սողանքային կետը դիտվել է երեք

առաջադրվում (կետեր № 201, 206, 210), ապա դիրքի գծերի հատվելուց առաջանում է սխալների փոքր եռանկյունի: Նրա հավասարեցումը կատարվում է ճշգրտափոփ: Եթե մի որևէ կետ դիտվել է երեքից ավել ճառագայթներով, ապա դիրքի գծերի հատվելուց կատարվում առավել բարդ սխալների պատկերավիճակների ալգորիթի պատկերի հավասարեցումը կատարվում է գրաֆիկական առաջադրանքի եղանակներով (Келль и Белоликов, 1954)<sup>5</sup>:

7. Ալգորիթի գծագրի կառուցումից ստանում են գրաֆիկ, որը ցույց է տալիս սողանքային կետի դիրքը դիտումների տարբեր ցիկլներում (նկ. 2, 1-ից)՝ ինչև 6 կետերը):

8. Կառուցվում է ժամանակի և սողանքային կետի տեղաշարժման միջև ընկած կախման գրաֆիկը (նկ. 3, կորագիծ S):

9. Կատարելով ժամանակի և տեղաշարժման միջև կախման կորագծի գրաֆիկական դիֆերենցումը, ստանում են ժամանակի և սողքի արագության ժամանակից եղած կախման գրաֆիկը (նկ. 3, կորագիծ V):

10. Հիմնական սողանքագոյացնող գործոնի—մթնոլորտային տեղումների մեծ հակադրելու նպատակով նույն գրաֆիկի վրա տրվում է գումարային ամսական տեղումների տատանումների կորագիծ, ըստ մոտակա օդերևութաբանական կայանի (նկ. 3, կորագիծ P):

Նկարագրված եղանակն աշխատանքի մեջ հեշտ և հարմար է, չի պահանջում հատուկ սարքավորում և տալիս է բավականին ճշգրիտ արդյունքներ: Այն կարող է կիրառվել նեղված պայմաններում օգտագործելու համար, երբ հիմնական և սողանքային կետերի միջև եղած հեռավորությունը չի գերազանցում պողպատե չափերի դի երկարությունը, այսինքն 50 մետրից:

Վերլուծելով ստացված արդյունքները, պետք է նկատի ունենալ, որ 1966 թվ.ի աշնանը սկսվեց ցամաքուրդի կառուցումը Մեծ Թալալում, քաղաքի կենտրոնական մասը մուտք գործող գետնաջրերի հավաքման և հեռացման նպատակով: Այդ աշխատանքը մինչև վերջ չի հասցվել, որի պատճառով ցամաքուրդի առողջարար ազդեցությունը ժամանակի ընթացքում սկսեց մարել:

Մինչև ցամաքուրդի կառուցումը, լանջի խորքային սողքի արագությունը 1966 թ. տատանվում էր 120—140 մմ/ամիս սահմաններում, տարվա վերջին շաբաթից սկսեց նվազել: Մթնոլորտային տեղումների ընդհանուր տարեկան քանակը 1966 թ. կազմեց 547,3 մմ: 1967 թ. տեղումների տարեկան ընդհանուր քանակը չի գերազանցել 20 մմ/ամիս: 1968 թ. սողքի արագությունը սկսեց աստիճանաբար ավելանալ և աշնան սկզբին հասավ 150 մմ/ամիս:

Չգերազանցատելով ստացված տվյալների արժեքը, քանի որ դրանք վերաբերվում են լանջի միայն մեկ կետին, կարելի է դրական գնահատել ցամաքուրդի գերը:

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ЗАСЕЧЕК ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СМЕЩЕНИЕМ ОПОЛЗНЕВЫХ ТОЧЕК В ОЧЕНЬ ТЕСНЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТНОСТИ

Профессор, докт. техн. наук Г. И. ТЕР-СТЕПАНЯН<sup>1\*</sup> и  
географ В. В. ЗАКЕЯН<sup>2\*</sup>.

Реферат. В очень тесных условиях местности затруднительно производство геодезических наблюдений за смещением оползневых точек применением обычных методов угловых засечек. Удобнее применение многолучевого дифференциального метода линейных засечек; обработка результатов наблюдений может производиться простым графическим методом.

<sup>5</sup> Գրականությունը տե՛ս էջ 112:

<sup>1</sup> Зав. отделом геомеханики.

<sup>2</sup> Старший инженер отдела геомеханики.

\* Институт геологических наук АН Арм. ССР.

В практике изучения динамики оползней встречаются случаи, когда определение смещений приходится производить в очень тесных условиях местности, например, непосредственно у примыкания оползневой зоны к сооружению. Обычные методы угловых засечек в таких случаях неприменимы, так как теснота затрудняет установку инструмента, а малое расстояние часто делает невозможным визирирование.

Наиболее простым и точным является в данном случае применение метода линейных засечек. Этот метод рассматривается на примере.

У подножия крупного оползня в центральной части города Дилижана расположено двухэтажное здание музыкальной школы, построенное в шестидесятых годах прошлого столетия. В связи с активизацией крупного оползня, захватывающего центральную часть города, в тридцатых годах развилась глубинная ползучесть склона и началось постепенное продвижение земляных масс по направлению к зданию школы. Поверхность скольжения оползня проходила несколько выше обреза фундамента здания школы (рис. 1,б)<sup>3</sup>. В 1959 г. для защиты здания была выстроена подпорная стенка 1 высотой 2 м и шириной понизу до 1,5 м. Эта стенка не была рассчитана на пассивное давление земли.

Ввиду малых размеров стенка оказалась неспособной воспринять давление оползающих масс. В результате продолжающейся глубинной ползучести склона к 1966 г. подпорная стенка сместилась в сторону здания (положение 2, рис. 1,б) и стала давить на железобетонные стойки балкона 3, разрушая их.

В связи с создавшейся угрозой, вначале было решено снести здание. Однако обследование здания, произведенное Институтом геологических наук в 1965 г., показало, что на всем протяжении поверхность скольжения сечет подпорную стенку на уровне ее обреза и что в области, расположенной ниже этой поверхности, никаких деформаций не происходит. Поэтому было рекомендовано здание школы не сносить, а построить новую подпорную стенку, опирающуюся на неподвижный грунт и способную воспринять давление оползающих масс; было также предложено вести наблюдения за подвижками склона в непосредственной близости от здания. Новая подпорная стенка 4 была выстроена в 1966 г. Однако и она не обладала необходимыми размерами.

Для наблюдения за динамикой склона был применен метод дифференциальных линейных засечек. Он заключается в установке ряда оползневых точек на поверхности склона и в измерении расстояния от этих точек до нескольких ственных марок, расположенных на вполне устойчивой дворовой стене здания. При наклоне лучей от ственных марок к оползневым точкам определяется их угол наклона и вычисляются поправки. Поскольку наклон линии—малоизменяющаяся величина, эти поправки определяются всего один раз при организации наблюдательной сети и в дальнейшем вносятся во все измеренные расстояния.

На стенах здания были установлены три ственные марки—А, В и С, а на склоне—10 оползневых точек (№ 201—210). В течение 1965—1968 гг. было проведено шесть циклов наблюдений. Измерения производились стальной рулеткой длиной 50 м. Вся обработка результатов велась графическим методом. Этот метод заключается в выполнении следующих операций.

1. На плане здания показывается расположение ственных марок А, В и С.

<sup>3</sup> Рисунки см. на стр. 113—114.

2. По данным измерений первого цикла (с учетом поправки на наклон) способом прямых засечек графически определяется положение всех оползневых точек и строится план наблюдательной сети (рис. 1, а).

3. Для каждой из оползневых точек составляется чертеж, на котором показываются координатные оси и линии перемещения  $D_1$ ; эти линии проводятся параллельно соответствующим лучам. На рис. 2 показано построение для оползневой точки № 206.

4. Концам линий перемещения  $D_1$  приписывают знаки: плюс соответствует увеличению расстояния между стенной маркой и оползневой точкой, минус—уменьшению.

5. Для всех оползневых точек вычисляются приращения расстояний (величины перемещений  $d_1$  в каждом цикле наблюдения). В табл. 1 приведен такой расчет для оползневой точки № 206.

Աղյուսակ 1. Таблица 1.

Սղակցային № 206 կետի հեռավորության փոփոխությունը

Изменение расстояний оползневой точки № 206.

| Ցիկլերի №<br>№ циклов | Տարեթիվ<br>Дата | Անցած<br>ամիսներ<br>Протекло<br>месяцев | Պատի A ճարհայից<br>От стенной<br>марки A         |                                | Պատի B ճարհայից<br>От стенной<br>марки B         |                                | Պատի C ճարհայից<br>От стенной<br>марки C         |                                |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
|                       |                 |                                         | Հեռավորությունը<br>Պատի A-ից<br>Расстояние,<br>м | Աճը<br>ձգ<br>Приращение,<br>мм | Հեռավորությունը<br>Պատի B-ից<br>Расстояние,<br>м | Աճը<br>ձգ<br>Приращение,<br>мм | Հեռավորությունը<br>Պատի C-ից<br>Расстояние,<br>м | Աճը<br>ձգ<br>Приращение,<br>мм |
| 1                     | 7.12.65         | 0                                       | 18,710                                           | —                              | 5,486                                            | —                              | 6,035                                            | —                              |
| 2                     | 29.12.65        | 0,73                                    | 18,700                                           | —10                            | 5,460                                            | —26                            | 6,005                                            | —30                            |
| 3                     | 11.02.66        | 2,13                                    | 18,695                                           | —15                            | 5,430                                            | —55                            | 6,000                                            | —35                            |
| 4                     | 17.06.66        | 6,33                                    | 18,655                                           | —55                            | 5,270                                            | —215                           | 5,880                                            | —155                           |
| 5                     | 19.10.67        | 22,40                                   | 18,648                                           | —62                            | 5,209                                            | —276                           | —                                                | —                              |
| 6                     | 2.10.68         | 33,83                                   | 18,585                                           | —125                           | 4,940                                            | —545                           | —                                                | —                              |

6. Величины перемещений  $d_1$  откладываются на соответствующих линиях перемещений  $D_1$ . В полученных точках проводятся линии положения  $L_1$ , перпендикулярные к линиям перемещений  $D_1$ ; смещенное положение оползневой точки получается на пересечении линии  $L_1$ . На чертеже (рис. 2) показано такое построение для оползневой точки в четвертом цикле.

Если оползневая точка наблюдалась двумя лучами (точки № 202—205 и 208—209), то расстояние между началом координат и точкой пересечения линии положения определяет полное перемещение оползневой точки. Таким образом, при двух лучах ошибка наблюдений полностью входит в результат. Если оползневая точка наблюдалась тремя лучами (точки № 201, 206, 210), то в пересечении линии положения образуется небольшой треугольник погрешности. Его уравнивание производится на глаз. Если бы какая-либо точка наблюдалась числом лучей большим, чем три, то в пересечении линий положения получалась бы более сложная фигура погрешности. Уравнивание таких фигур погрешности производится графическим способом (Келль и Белолоиков, 1954).

7. В результате такого построения на чертеже получают график, показывающий положение оползневой точки в различные циклы наблюдения (рис. 2, точки 1—6).

8. Строится график зависимости между временем и смещением оползневой точки (рис. 3, кривая S).

9. Производя графическое дифференцирование кривой зависимости между временем и смещением, получают график зависимости между временем и скоростью ползучести (рис. 3, кривая V).

10. Для сопоставления с ходом измерения основного оползнеобразующего фактора—атмосферных осадков—на том же графике дается кривая колебаний суммарных месячных осадков по ближайшему метеорологическому пункту (рис. 3, кривая P).

Описанный метод прост и удобен в работе, не требует специального оборудования и дает достаточно точные результаты. Он может быть рекомендован для применения в тесных условиях, когда расстояние между опорными и оползневыми точками не превышает длины стальной ленты, то есть 50 м.

Анализируя полученные результаты, следует иметь в виду, что осенью 1966 г. было начато сооружение перехватывающего дренажа в Мец-Тала для сбора и отвода грунтовых вод, поступающих в центральную часть города; эта работа не была доведена до конца и поэтому оздоравливающее влияние дренажа стало постепенно затухать. Скорость глубинной ползучести склона в 1966 г., до сооружения дренажа, колебалась в пределах 120—140 мм/мес; к концу года она стала снижаться. Общее годовое количество выпавших в 1966 г. осадков составило 547,3 мм. В 1967 г. при значительно большем количестве годовых осадков (719,2 мм) скорость глубинной ползучести не превышала 20 мм/мес. В 1968 г. скорость ползучести стала постепенно увеличиваться и к началу осени достигла 150 мм/мес.

Не переоценивая значения полученных данных, поскольку они относятся только к одной точке склона, можно однако положительно оценить роль дренажа.

## USE OF LINEAR INTERSECTIONS FOR OBSERVATION OF DISPLACEMENT OF LANDSLIDE POINTS IN VERY CLOSE CONDITIONS OF THE LOCALITY

GEORGE TER-STEPANIAN, Professor, Dr.Tech.Sc.<sup>1\*</sup> and  
VOLODIA ZAKEIAN, Geographer<sup>2\*</sup>

*Abstract.* The performance of geodetic observations using customary method of angular intersections is difficult in very close conditions of the locality. It is suitable to use the multiradial differential method of linear intersections; the analysis of results of observations may be carried out by a simple graphic method.

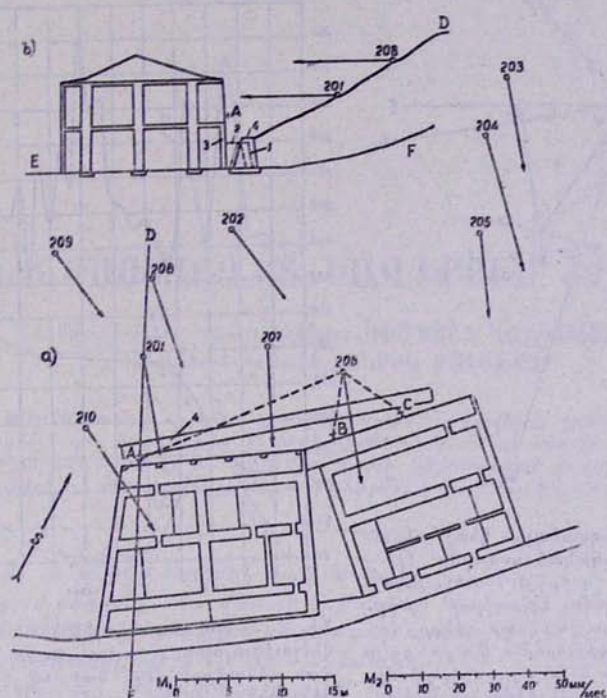
### ԳՐԱԳՆԱԼՈՒԹՅՈՒՆ—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCE

Келль Н. Г. и Белоликов А. Н., 1954. Определение смещений точек на оползнях дифференциальным методом. М., Углетехиздат.

<sup>1</sup> Head, Dept. of Geomechanics

<sup>2</sup> Senior Engineer, Dept. of Geomechanics

\* Geological Institute, Armenian Academy of Sciences.



Նկ. 1. Նրաժտական դպրոցին կից սողանքի Դիլիջանում.  
 a) պլան. b) կտրվածք ըստ D—E գծի: A, B և C—սառնի  
 մարկաներ. F—սահեցման մակերևույթ. սլաքները ցույց են  
 տալիս սողանքային կետերը և տեղաշարժման արագության  
 վեկտորները: M<sub>1</sub>—գծային մասշտաբը մետրերով. M<sub>2</sub>—տե-  
 ղաշարժման արագության մասշտաբը միլիմետրերով ամսում:

Рис. 1. Оползень у музыкальной школы в Дилижане:  
 а) план; б) разрез по линии D—E. A, B и C—стенные  
 марки; F—поверхность скольжения; стрелки показыва-  
 ют оползневые точки и векторы скорости смещения.  
 M<sub>1</sub>—линейный масштаб, метры; M<sub>2</sub>—масштаб скорости  
 смещения, миллиметры в месяц.

Fig. 1. Landslide at musical school in Dilijan, Armenia;  
 a) plan; б) cross-section along line DE. A, B and C—  
 wall benchmarks; F—sliding surface. Arrows show  
 landslide points and vectors of displacement rate. M<sub>1</sub>—  
 linear scale in metres; M<sub>2</sub>—scale of displacement rate,  
 millimetres per mensem.

