

## THE ESTIMATION OF THE ACCURACY OF DEFINING THE ULTIMATE HORIZONTAL ACCELERATION OF THE GROUND OF THE BASE OF SHUSHI REALEE COLLEGE

**F.A.Dallakyan, R.G.Israelyan**

*Shushi University of Technology*

---

*The results of engineering-geological and engineering-seismometric studies of the grounds of the base of the building of Shushi Realee college are presented here and the discrepancy between the obtained values of the ultimate horizontal acceleration of the ground is estimated.*

*It was revealed that the seismic properties of the ground of the territory of Realee College determined by the engineering-geological analogy, belong to the II (second) category with the calculated seismicity of the ultimate horizontal acceleration  $A_{max} = 0.3g$ .*

*Using the engineering-seismometric method, the amplitude-frequency Fourier spectrum was analyzed and it was found that the micro- fluctuations of the ground of the studied area are in the range of 3.0-3.5 Hz. and the magnitude of the period prevailing fluctuations is  $T_0 = 0.28-0.3$  sec. which is typical for grounds with seismic properties I (first) category with the calculated seismicity of the ultimate horizontal acceleration  $A_{max} = 0.24g$ .*

*So, the discrepancy between the ultimate horizontal acceleration of grounds determined by the methods above mentioned is about 20%.*

*In order to reduce the seismic risks of buildings and structures under construction, we suggest to amend the regulatory documents for earthquake-resistant construction taking into account the possible deviations of the ultimate horizontal acceleration of grounds determined by various methods of survey.*

**Key words:** ground, deformation, seismicity, micro zoning, horizontal acceleration micro fluctuation, period, range, frequency, spectrum.

### Introduction

The building of Realee college in Shushi, being included in the list of historical and architectural monuments of Artsakh, was built in the beginning of the 20th century and currently is partially ruined (Fig. 1).

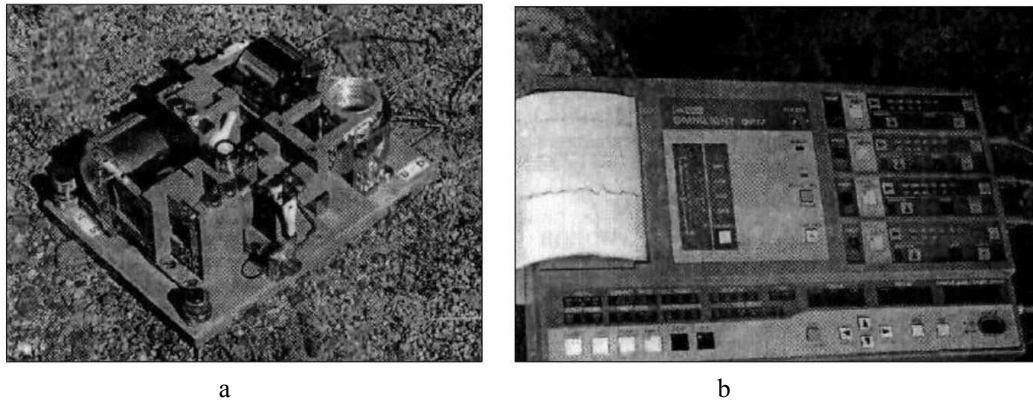
Connected with it the Ministries of Civil Engineering of Armenia and Artsakh announced tender for the restoration and strengthening of the building taking into account regulatory requirements and other published works on earthquake-resistant construction [3, 4, 5].

In order to determine the maximum horizontal acceleration of the ground of the base of the building of Realee college, the methods of engineering-geological analogy and engineering seismometry were used by applying a Japanese OMNILIGHT-8M measuring and computational complex consisting of a highly sensitive three-component velisograph of the model UP-255 which registers the elastic fluctuations of surface grounds (Fig. 2a) and four - channeled magnetic registering instrument FC-14 for frequency analysis of micro fluctuations (Fig. 2b).



**Fig. 1 The building of Shushi Realee College, 2019**

As a result of the research, discrepancies in the dimensions of the maximum horizontal acceleration of the ground of the base of the building of about 20% were revealed. Similar deviations were observed during engineering and survey work in other areas of Artsakh Republic.



**Fig. 2 Measuring and computational complex OMNILIGHT-8M**

a) three component highly sensitive velisograph UP-255

b) four – channeled registering instrument FC-14

### Topicality

Improving the accuracy of seismic calculations of buildings and structures being built and strengthened based on the improvement of the results obtained from the maximum horizontal acceleration of the ground of the basement.

### Scientific novelty

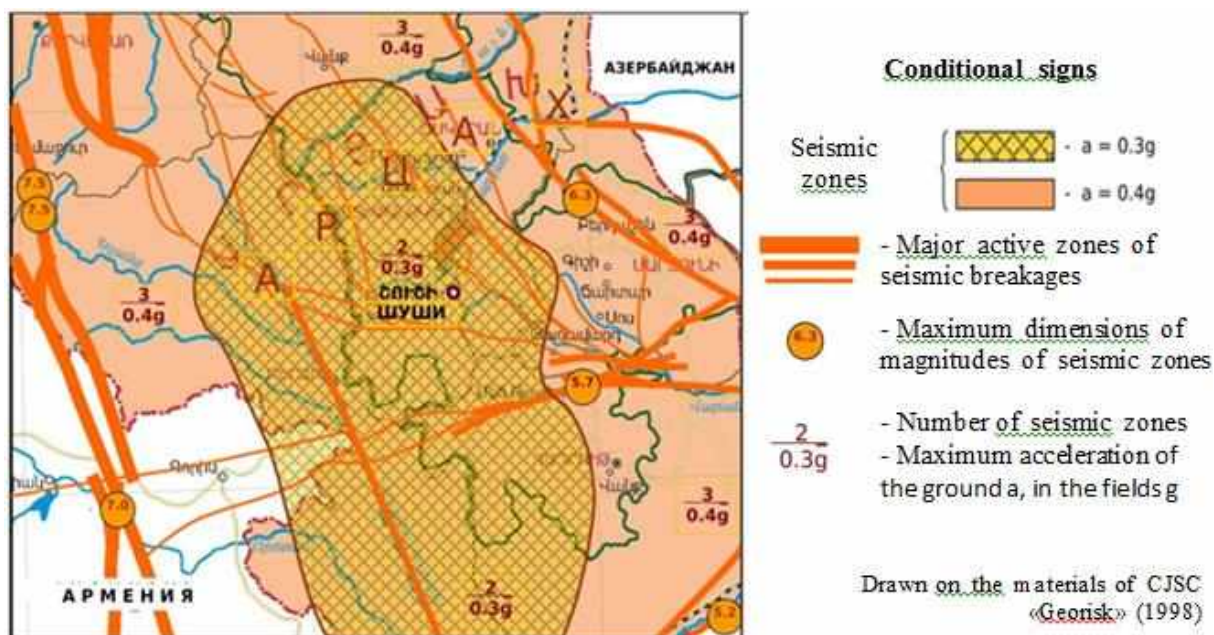
The evaluation of the variation in the deviations of the maximum horizontal accelerations of grounds is given which is identified by the methods of geotechnical analogy and engineering seismometry which allow us to offer on the regulation of these deviations in normative documents on earthquake-resistant construction.

### Aim of the research

Reducing seismic risks of buildings and structures taking into account amendments to existing regulatory documents on earthquake-resistant construction.

### Research results

While defining the estimated seismicity ( $A_{\max}$ ) of the territory of Realee college as an initial seismicity ( $a_{\max}$ ) the dimension of horizontal acceleration of the ground was carried according to the map of detailed seismic zoning of the Republic of Artsakh where the territory of Realee college enters into the second zone with the dimension of  $a_{\max} = 0.3g$  (Fig. 3).



**Fig. 3 Map of the detailed seismic zoning of the territory of the Republic of Artsakh (part)**

The basis for seismic micro-zoning was the results of engineering-geological surveys conducted on the territory of the school according to the method of engineering-geological analogies the indicators of which are given in Table 1.

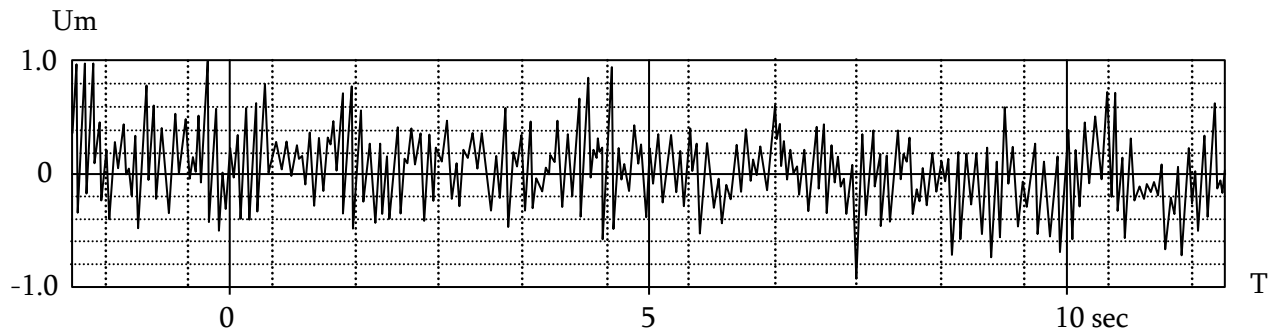
According to these data, the grounds of the basement of the school building according to seismic properties in accordance with the recommendations of CNRA II-6.02-2006 includes: layers № 1, 2, 3 and 4 (clay, loam and crushed stone) - to II (second) category, and layer № 5 (limestone) - to I (first) category when the calculated seismicity in terms of the maximum horizontal soil acceleration is  $A_{\max} = 0.3g$  [5].

**Table 1**

**Physical –mechanical properties of the ground of the territory of Shushi Realee college**

No layer	Name of the grounds	Power of the layer h m	Density of the ground $\rho$ h/cm <sup>3</sup>	Coefficient of porosity e	Indicator of consistency, I <sub>L</sub>	Module of deformation, E	Module of elasticity E <sub>0</sub> MPs	Limit of compressive durability R <sub>c</sub> MPs	Angle of inner friction $\varphi$ Degree	Specific cohesion, s kPs
1	Clay	3.0-4.0	1.89	0.82	>0.5	12	-	-	16	48
2	Loam	2.0-4.0	1.82	0.83	>0.5	8	-	-	15	15
3	Loam with crushed stone	2.0-2.2	1.86	0.79	>0.5	10	-	-	17	16
4	Crushed stone	0.9-1.0	2.10	-	-	35	-	-	33	6
5	Limestone	> 30	2.30	-	-	-	40	28	41	73

The obtained dimension of ultimate horizontal acceleration of the ground was also checked by the engineering seismometric method. The characteristic record of micro fluctuations of the ground of Realee college and amplitude-frequency Fourier spectrum corresponding to them are shown in the Fig. 4 and 5.

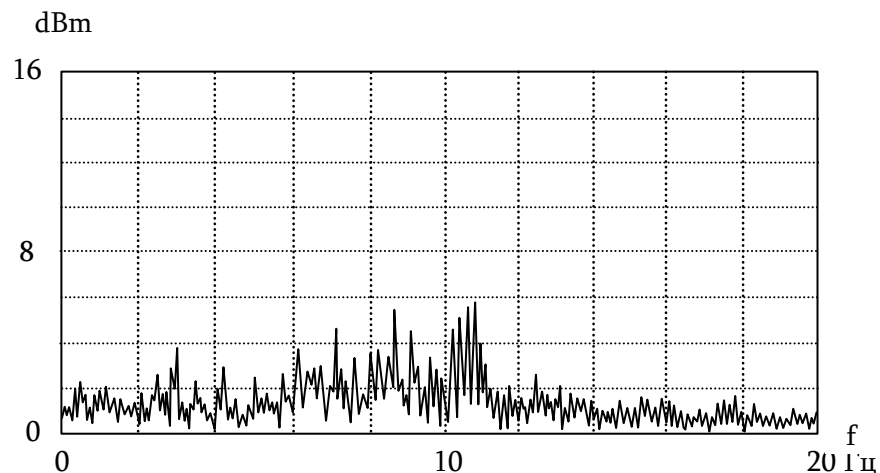


**Fig. 4 Record of micro fluctuations of the ground in times**

$U_m$  – amplitude of fluctuations in micro zones

$T$  – period of fluctuations by seconds

The analysis of amplitude frequency Fourier spectrum showed that the frequency of micro fluctuations of the grounds ( $f$ ) of the basement of Realee college is between 3.0-3.5 Hz when the dominating period of ground fluctuations ( $T_0$ ) comprises 0.28-0.30 seconds which characterizes the seismic properties of the ground of the I (first) category with  $A_{\max} = 0.24g$  with certain accuracy.



**Fig. 5 Amplitude –frequency Fourier spectrum of micro fluctuations of the ground**

$dBm$  – amplitude of the fluctuations in decibels

$f$  – frequency of fluctuations in Hertz

Thus, there are discrepancies of the order of 20% between the maximum horizontal acceleration of the foundations of Shushi Realee college building defined by the methods of geotechnical analogies ( $A_{\max}=0.3g$ ) and engineering seismometry ( $A_{\max}=0.24g$ ).

### Conclusion

1. The boundaries of deviations of horizontal accelerations of grounds from the basement of the foundation of Shushi Realee college defined by the methods of geotechnical analogy and engineering seismometry are established here.
2. The results of similar analogous studies carried out in the future can serve as the basis for

increasing the accuracy of seismic calculations of buildings and structures being constructed and for amending in regulatory documents according to earthquake-resistant construction.

### References

1. Փ.Ա.Դալլաքյան «Отчет по инженерно-геологическим изысканиям территории Реального училища г. Шуши» // Степанакерт 1998, (Фонды ООО Инжпроект) 21 с.
2. Караханян А.С., Хачиян Э.Е., Даллакян Ф.А. и др. Сейсмостроительная и сейсмическая опасность. Детальное сейсмическое районирование Нагорно-Карабахской республики //Микрорайонирование городов Степанакерт и Шуши. Научно-исследовательская компания «Геориск». Ереван, 1998, 57 с.
3. СНРА II-6.02-2006 - Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Ереван, 2006, 76 с.
4. Իսրայելյան Ռ.Գ., Դալլաքյան Ֆ.Ա. Շենքերի և կառուցվածքների հիմքերի նախագծման, հաշվարկման և տեղադրման առանձնատվությունները սեյսմաակտիվ գոտիներում //Ուսումնամեթոդական ձեռնարկ: Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարանի հրատ. 2018, 71 էջ:
5. ՀՀՇՆ IV-10.01.01-2006. Շենքերի և կառուցվածքների հիմնատակեր //Հայաստանի Հանրապետության քաղաքաշինության նախարարություն: Երևան, 2006, 68 էջ:

### References

1. Dallakyan F. A. «Record on engineering-geological studies of the territory of Shushi Realee college» //Stepanakert, 1998, (Funds of OSJC Engproject). 21 p.
2. Karakhanyan A. C., Khachiyani E.E., Dallakyan F.A. and others, Seismic tectonics and seismic danger. Detailed seismic zoning of Nagorno Karabakh Republic //Micro zoning of the towns of Stepanakert and Shushi. Scientific – research company of «Georisk». Yerevan, 1998, 57 p.
3. CNRA II-6.02-2006 - Seismic resistant construction //Norms of projecting. Yerevan, 2006, 76 p.
4. Israelyan R.G., Dallakyan F.A. The properties of projecting, calculating and installation of the basements of buildings and structures //Academic -methodical manual, Shushi University of Technology, 2018, 71 p.
5. CNRA IV-10.01.01-2006. Basements of buildings and structures //Ministry of Civil Engineering of the Republic of Armenia, Yerevan, 2006, 68 p.

ՈւՏԴ – 692.115:624.15

### ՇՈՒՇԻԻ ՌԵԱԼԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՐԱՆԻ ՇԵՆՔԻ ՀԻՄՆԱՏԱԿԻ ԳՐՈՒՆՏԻ ԱՌԱՎԵԼԱԳՈՒՅՆ ՀՈՐԻԶՈՆԱԿԱՆ ԱՐԱԳԱՑՄԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՃՇՏՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

**Ֆ.Ա.Դալլաքյան, Ռ.Գ.Իսրայելյան**

*Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան*

Ներկայացվող աշխատանքում դիտարկվում են Շուշիի Ռեալական ուսումնարանի շենքի հիմնատակի գրունտների ինժեներաերկրաբանական և ինժեներասեյսմամետրական

հետազոտությունների արդյունքները: Տրված է գրունտի առավելագույն հորիզոնական արագացման մեծության շեղման գնահատականը:

Բացահայտված է, որ ինժեներաերկրաբանական նմանական մեթոդի կիրառմամբ Ռեալական ուսումնարանի տարածքի գրունտներն ըստ սեյսմիկ հատկության վերաբերում են II (երկրորդ) կարգին՝  $A_{\max} = 0.3g$  առավելագույն հորիզոնական արագացմամբ:

Ինժեներասեյսմամետրական մեթոդի կիրառման դեպքում կատարվել է Ֆուրյեի ամպլիտուդա-հաճախականային սպեկտրի վերլուծություն, ըստ որի հաստատվել է, որ ուսումնասիրվող տարածքի միկրոտատանումները գտնվում են 3.0-3.5 հերցի սահմաններում, որի դեպքում գերակշռող պարբերությունը գտնվում է  $T_0 = 0.28-0.3$  վրկ տիրույթում, ինչն ըստ սեյսմիկ հատկության բնորոշ է I (առաջին) կարգի գրունտներին՝  $A_{\max} = 0.24g$  առավելագույն հորիզոնական արագացմամբ: Այսպիսով, վերոնշյալ մեթոդներով բացահայտված գրունտների առավելագույն հորիզոնական արագացումների միջև շեղումը կազմում է մոտ 20%:

Առաջարկվում է կառուցվող շենքերի և շինությունների սեյսմիկ ռիսկի նվազեցման նպատակով տարբեր մեթոդներով որոշված գրունտների առավելագույն հորիզոնական արագացման մեծությունների հնարավոր շեղումների հաշվառմամբ սեյսմակայուն շինարարության գործող նորմատիվային փաստաթղթերում մտցնել փոփոխություն:

**Բանալի բառեր.** գրունտ, դեֆորմացում, սեյսմիկություն, միկրոշրջանացում, հորիզոնական արագացում, միկրոտատանում, պարբերություն, ամպլիտուդ, հաճախականություն, սպեկտր:

УДК – 692.115:624.15

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УСКОРЕНИЯ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЯ РЕАЛЬНОГО УЧИЛИЩА г. ШУШИ

**Փ.Ա.Դալլաքյան, Ր.Գ.Իսրաելյան**

*Шушинский технологический университет*

Приводятся результаты инженерно-геологических и инженерно- сейсмометрических исследований грунтов основания здания Реального училища г. Шуши и дана оценка расхождения полученных величин максимального горизонтального ускорения грунтов.

Выявлено, что сейсмические свойства грунтов территории Реального училища, определенные методом инженерно-геологической аналогии, относятся к II (второй) категории с расчетной сейсмичностью максимального горизонтального ускорения  $A_{\max} = 0.3g$ .

При инженерно-сейсмометрическом методе выполнен анализ амплитудно-частотного спектра Фурье и установлено, что микроколебания грунтов исследуемой территории находятся в пределах 3.0-3.5 Гц., а величина преобладающего периода колебаний составляет  $T_0 = 0.28-0.3$  сек., что характерно для грунтов с сейсмическими свойствами I (первой) категории с расчетной сейсмичностью максимального горизонтального ускорения  $A_{\max} = 0.24g$ .

Таким образом, расхождение величин максимального горизонтального ускорения грунтов, определенных указанными выше методами, составляет порядка 20%.

С целью снижения сейсмических рисков возводимых зданий и сооружений предлагается внести изменения в нормативные документы по сейсмостойкому строительству, учитывающие

возможные отклонения величин максимального горизонтального ускорения грунтов, определенного различными методами изысканий.

**Ключевые слова:** грунт, деформация, сейсмичность, микрорайонирование, горизонтальное ускорение, микроколебание, период, амплитуда, частота, спектр.

Ներկայացվել է՝ 10.07.19թ.

Գրախոսման է ուղարկվել՝ 17.07.19թ.

Երաշխավորվել է տպագրության՝ 05.11.2019թ.