

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮЖНОГО СКЛОНА ХРЕБТА ПСЕХАКО (КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ) ПРИ СЕЙСМОМИКРОРАЙОНИРОВАНИИ С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

## ESTIMATION OF THE INFLUENCE OF ENGINEERING GEOLOGICAL COMPONENTS OF THE SOUTHERN SLOPE OF THE PSEKHAKO RIDGE (KRASNODAR REGION) IN THE SEISMIC MICROZONING CONSIDERING TECHNOLOGICAL CHANGES

публикуется  
в порядке дискуссии

### НАЗИМОВА А.Д.

Аспирант кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, [alfiya.safiullina@petromodeling.com](mailto:alfiya.safiullina@petromodeling.com)

### NAZIMOVA A.D.

Postgraduate of the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, [alfiya.safiullina@petromodeling.com](mailto:alfiya.safiullina@petromodeling.com)

### ГАВРИЛОВ А.В.

Начальник отдела камеральной обработки ГК «ПетроМоделинг», аспирант кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, [alexander.gavrilov@petromodeling.com](mailto:alexander.gavrilov@petromodeling.com)

### GAVRILOV A.V.

Head of the Office Processing Department of the «PetroModeling» group of companies, postgraduate of the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, [alexander.gavrilov@petromodeling.com](mailto:alexander.gavrilov@petromodeling.com)

### КАЛИНИН Э.В.

Профессор кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, [kalinin@sumail.ru](mailto:kalinin@sumail.ru)

### KALININ E.V.

Professor of the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, [kalinin@sumail.ru](mailto:kalinin@sumail.ru)

### БЕРШОВ А.В.

Генеральный директор ГК «ПетроМоделинг», ассистент кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, [alexey.bershov@petromodeling.com](mailto:alexey.bershov@petromodeling.com)

### BERSHOV A.V.

General director of the «PetroModeling» group of companies, assistant lecturer of the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, [alexey.bershov@petromodeling.com](mailto:alexey.bershov@petromodeling.com)

### Ключевые слова:

сейсмическая интенсивность; факторы; геологическое строение; гидрогеологические условия; геоморфологические условия; планировка склонов; приращение балльности.

### Keywords:

seismic intensity; factors; geological structure; hydrogeological conditions; geomorphological conditions; planning of slopes; seismic intensity increment.

### Аннотация

В данной статье приводится количественный анализ компонентов инженерно-геологических условий, влияющих на сейсмическую интенсивность территории при проведении сейсмического микрорайонирования (далее — СМР) южного склона хребта Псехако, а также оценивается влияние техногенной планировки склонов на сейсмическую балльность территории.

### Введение

В последние годы в связи с проведением XXII зимних Олимпийских игр и строительством объектов туристического, транспортного и спортивного назначения происходит активное освоение территории долины р. Мзымта в районе пос. Красная Поляна. При этом большинство склонов неизбежно подвергается техногенной планировке, что, в свою очередь, может привести к изменению локальных сейсмических условий.

Объектом исследования стал южный склон хребта Псехако, расположенный вблизи пос. Красная Поляна Адлерского района г. Сочи Краснодарского края (рис. 1). Район характеризуется повышенной сейсмической опасностью, поэтому крайне важно грамотно оценить влияние местных условий на приращение сейсмической интенсивности в целях обеспечения безопасности жизни и отдыха граждан на курортах горного г. Сочи.

### Abstract

This article presents a quantitative analysis of the engineering geological components, which influence on a local seismic intensity of territory under the leading of seismic microzoning of the southern slopes of the Psekhako ridge, and estimation of the influence of anthropogenic change of slopes on a local seismic intensity increment.

Таким образом, целью работы является количественная оценка влияния основных компонентов инженерно-геологических условий на сейсмическую интенсивность исследуемого района, выявление степени техногенного воздействия на изменение локальных сейсмических условий и составление карты сейсмического микрорайонирования южного склона хребта Псехако.

### **Инженерно-геологические условия объекта исследования**

Исследуемый район характеризуется сложными инженерно-геологическими условиями.

В *геоморфологическом отношении* территория хребта Псехако относится к провинции Большого Кавказа [2]. Абсолютные отметки хребта изменяются от 520 до 1650 м над уровнем моря. Уклоны поверхности колеблются от практически ровных площадок до 80° и более.

В *геологическом строении* исследуемой территории принимают участие четвертичные и подстилающие их ниже-среднеюрские отложения. Четвертичные грунты представлены аллювиальными, элювиальными грунтами и склоновыми образованиями, в составе которых можно выделить разновозрастные оползневые накопления и делювиальные отложения. Ниже-среднеюрские отложения на территории распространены повсеместно и представлены аргиллитами с редкими прослоями алевролитов, песчаников, местами с сидеритовыми конкрециями и горизонтами вулканогенного состава [2], на непокрытых четвертичными отложениями участках аргиллиты малопрочные, от слабо- до сильноветрелых. Кроме того, локально распространены техногенно преобразованные грунты.

Территория Большого Сочи расположена на южных склонах Главного Кавказского хребта, который характеризуется самой высокой *сейсмичностью* в европейской части России. Согласно оценкам действующей карты общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-2015) [8] исследуемая местность имеет сейсмичность: по карте А — 8 баллов, по карте В — 9 баллов, по карте С — 10 баллов. Кроме того, на территории имеются активные разрывные нарушения. Наиболее ярко выраженные из них — Главный Кавказский, Бикишейский и Краснополянский разломы [5].

*Подземные воды* в верхней части геологического разреза распространены спорадически, они представлены трещинными и пластово-поровыми водами. Первые встречаются в зонах повышенной трещиноватости юрских аргиллитов, вторые — в водопроницаемых прослоях оползневых и элювиальных образований, представленных суглинисто-щебенистыми грунтами и сильноветрелыми аргиллитами. Отличительной чертой гидрогеологических условий данной местности является отсутствие выдержанных водоносных горизонтов и безнапорный, редко со слабым напором, характер.

Кроме того, на территории развито множество экзогенных *процессов*: оползневый, площадная и линейная эрозия, подтопление, крип.

### **Материалы и методика исследования**

Как известно, инженерно-геологические компоненты включают в себя следующие составляющие:

- геологическое строение местности и характер слагающих ее пород;
- гидрогеологические условия;



Рис. 1. Участок исследования (границы выделены красной линией)

- геоморфологические условия;
- мерзлотные условия;
- современные геологические процессы.

Оценка влияния *геологического строения* на приращение балльности производилась согласно действующим РСН 65-87 п. 3.4.3 [7] по формуле, предложенной С.В. Медведевым [4]:

$$\Delta J_1 = 1,67 \lg(V_{(p,s)s} \cdot \rho_s / V_{(p,s)i} \cdot \rho_i), \quad (1)$$

где  $\Delta J_1$  — приращение сейсмической интенсивности в зависимости от геологического строения, балл,  $(V_{(p,s)s} \cdot \rho_s$  и  $V_{(p,s)i} \cdot \rho_i$  — средневзвешенные значения скоростей распространения продольных или поперечных волн для расчетной толщи грунтов на эталонном и исследуемом участке, м/с;  $\rho_s$  и  $\rho_i$  — средневзвешенные значения плотностей грунтов для расчетной толщи на эталонном и исследуемом участке, т/м<sup>3</sup>.

Оценка влияния *гидрогеологических условий* на приращение балльности выполнена согласно РСН 65-87 [7] п. 3.4.7 с помощью формулы:

$$\Delta J_2 = a e^{-0,04h^2}, \quad (2)$$

где  $\Delta J_2$  — приращение сейсмической интенсивности в зависимости от гидрогеологических условий, балл,  $h$  — глубина до подземных вод, м,  $a$  — коэффициент, отвечающий за вид грунта.

В работе коэффициент  $a$  был принят равным 0,5 (для твердых супесей, твердых, полутвердых и тугопластичных суглинков и глин, крупнообломочных грунтов с содержанием песчано-глинистого заполнителя не менее 30% и сильно выветрелых скальных грунтов).

Оценка влияния *геоморфологических условий* (крутизны склона и его высоты) производилась по методике, предложенной В.Б. Заалишвили [9], согласно которой приращение балльности выражается формулой:

$$\Delta J_3 = -0,71 + 0,53 \cdot \lg(\alpha \cdot H) + K, \quad (3)$$

где  $\Delta J_3$  — приращение сейсмической интенсивности в зависимости от геоморфологических условий, балл;  $\alpha \cdot H$  — коэффициент рельефности:  $\alpha$  — угол наклона рельефа, град.,  $H$  — относительная высота, м;  $K$  — коэффициент, который определяет поправку на тип грунта. Относительная высота рельефа рассчитывалась от отметки локального базиса эрозии, значение которой составляет 520 м над уровнем моря.

На исследуемой территории продолжительность климатического периода с отрицательными температурными значениями мала, равно как и промерзание грунтов, в связи с чем в настоящем исследовании *мерзлотные условия* учтены не были.

Что касается влияния *современных геологических процессов*, то главные процессы исследуемой территории — оползневый, эрозионный и подтопление — были учтены при оценке влияния геологического строения (отложения деляпсивного генезиса выделены в отдельный инженерно-геологический элемент), геоморфологических условий и гидрогеологических условий соответственно.

Согласно РСН 60-86 п. 2.5 [6] мощность исследуемой толщи была принята равной 20 м.

### Особенности расчета приращения балльности в зависимости от каждого фактора

Геологическое строение верхней части разреза исследуемого участка определялось по результатам буровых работ (было использовано порядка трехсот горных выработок) и маршрутных наблюдений; скорость поперечных волн грунтов назначалась по результатам геофизических исследований, физические и физико-механические свойства грунтов приняты по данным лабораторных и полевых исследований, тип и размеры оползневых тел приняты по [1].

Первым шагом на этапе исследования влияния *геологического строения* стало деление всех грунтов территории в пределах изучаемой глубины по показателям состава, строения и свойств (согласно общей классификации грунтов по ГОСТ 25100-2011 [3]) на шесть разновидностей со свойствами, представленными в таблице. Согласно РСН 60-86 п. 5.1 [6] в качестве эталонных грунтов рекомендуется выбирать средние грунты, к которым условно относится величина исходного балла, определенная по карте сейсмического районирования территории РФ, и грунты, относящиеся ко II категории по сейсмическим свойствам. На основании этого за эталонные грунты были приняты отложения элювиального генезиса.

Для того чтобы рассчитать приращение балльности во всех узловых точках сетки, сначала были построены *карты мощностей* каждой разновидности грунта. При построении этих и последующих карт, в силу дискретности точек с фактической информацией, чтобы придать точечным значениям целостность образа и отобразить тенденции, были использованы методы пространственной интерполяции, в частности простая модель Кригинга с ячейками размером 50x50 м. Таким образом, полученные карты позволили рассчитать *средневзвешенную по мощности жесткость* неоднородной грунтовой толщи в каждой узловой точке сетки, а затем найти приращение балльности.

Для учета *рельефа* как фактора СМР использовались материалы лазерного сканирования, по которым были созданы две карты: карта уклонов поверхности и карта высот территории.

Для учета *гидрогеологического фактора* использовалась фактическая информация о глубине подземных вод из результатов гидрогеологических наблюдений в горных выработках, маршрутных наблюдений, геофизических исследований, данных гидрогеологического моделирования.

Значения приращения балльности, полученные по каждому из рассмотренных выше факторов, суммировались и прибавлялись к фоновому значению сейсмической территории. Принимая во внимание имеющуюся практику изысканий, в качестве фоновой балльности на данном участке была принята величина в 8 баллов (по карте А из комплекта карт ОСР-2015). В результате была создана карта сейсмического микрорайонирования южного склона хребта Псепахо.

В целях оценки степени влияния различных факторов был рассчитан «вклад» каждого фактора в общее приращение балльности территории и созданы соответствующие карты. Оценка производилась с помощью простых соотношений:

$$\Delta J = \Sigma (|\Delta J_1|, |\Delta J_2|, |\Delta J_3|),$$

$$B_1 = |\Delta J_1| * 100\% / \Delta J,$$

$$B_2 = |\Delta J_2| * 100\% / \Delta J,$$

$$B_3 = |\Delta J_3| * 100\% / \Delta J,$$

где  $B_1, B_2, B_3$  — вклады факторов, %. Порядок расчета приращений балльности ( $\Delta J_1, \Delta J_2, \Delta J_3$ ) приведен выше (см. формулы 1–3). Необходимость применения модуля объясняется наличием приращений сейсмической интенсивности с «отрицательным» знаком.

Оценка *техногенного влияния* на приращение сейсмической интенсивности производилась посредством сравнения приращений балльности в природных условиях (неизмененных) и современных — после проведения планировочных работ. Для этого по трем профилям у опор одной из канатных дорог хр. Псехако выполнялись расчеты приращений интенсивности: как отдельно по факторам, так и комплексно. Расчеты производились для массива на глубину до 20 м с шагом расчетных точек в плане — 10 м.

Специальная часть работы производилась с использованием программных комплексов ArcGIS for Desktop версии 10.1 и AutoCAD 2014.

## Результаты оценки влияния факторов и обсуждение карты СМР

На территории южного склона хребта Псехако было выделено несколько зон с различным приращением сейсмической интенсивности (рис. 2). Деление на зоны для наглядности производилось с интервалом 0,5 балла, однако благодаря тому, что работа была выполнена в среде ArcGIS, имеется возможность при необходимости создать карту большей детальности.

К наиболее благоприятной в сейсмическом отношении *зоне № 1* (с приращением  $0,75 \div 1$  балла) отнесен участок, располагающийся в юго-западной части южного склона хребта Псехако. Для участка характерно наличие мощной толщи юрских отложений (до 16 м в пределах исследуемой 20-метровой толщи), что вызывает «отрицательное» приращение балльности по фактору «геологическое строение» ( $-0,45 \div -0,3$  балла). Максимальное значение приращения сейсмической интенсивности на участке вносит рельеф ( $1 \div 1,4$  балла). А влияние подземных вод здесь минимально вследствие их глубокого залегания (ниже 13 м).

К *зоне № 2* (с приращением  $1 \div 1,5$  балла) отнесен участок, примыкающий к р. Мзымта и р. Ачипсе и протягивающийся широкой полосой вдоль этих рек. Для него характерны средние значения абсолютных

Таблица. Виды грунтов и их параметры, принятые для расчетов

Разновидность грунта	Плотность, $\rho$ , г/см <sup>3</sup> = т/м <sup>3</sup>	Скорость поперечных волн, $V_s$ , м/с	Сейсмическая жесткость грунта, $V_s^* \rho$ , т/м <sup>2</sup> *с	Сейсмическая жесткость эталонного грунта, $V_{s0}^* \rho_0$ , т/м <sup>2</sup> *с	Приращение сейсмической интенсивности в однородной толще грунта, балл
Техногенный насыпной (суглинки тяжелые пылеватые твердые (tQ <sub>IV</sub> ))	2,00	200	400	768	0,47
Аллювиальный (галечниковые грунты без заполнителя (aQ <sub>IV</sub> ))	2,09	425	889		-0,11
Делювиальный (суглинки дресвяные тяжелые пылеватые твердые (dQ <sub>IV</sub> ))	1,93	207	400		0,47
Деляпсивный (суглинки с дресвой тяжелые пылеватые твердые (dpQ <sub>IV</sub> ))	2,09	298	622		0,15
Элювий юрских отложений (дресвяные грунты с суглинистым заполнителем легким пылеватым твердым (eQ <sub>IV</sub> ))	2,14	359	768		0
Флишевые отложения юрской системы (слаботрещиноватые аргиллиты средней прочности (J <sub>1-2</sub> ))	2,51	621	1558		-0,51

отметок (до 700 м), достаточно близкое положение грунтовых вод относительно поверхности земли (до 15 м), склоны различной крутизны, осложненные оползневыми образованиями, и средние значения мощностей отложений юрской системы (2–12 м).

К зоне № 3 (с приращением  $1,5 \div 2,0$  балла) отнесен участок, расположенный от водораздела и ниже до средней части прилегающих к нему склонов, в редких случаях достигающий подножия. Основная причина столь высокого приращения — рельеф, а именно: высокие абсолютные отметки (до 1600 м, относительные — до 1080 м) в сочетании с крутыми прилегающими к водоразделу склонами. Стоит отметить, что в бассейнах водотоков вследствие наличия в них поверхностной воды величина приращения достигает  $1,7 \div 2,0$  балла, на остальной же территории она чуть меньше ( $1,5 \div 1,7$  балла).

К зоне № 4 с максимальным приращением сейсмической интенсивности  $-2,0 \div 2,2$  балла отнесены небольшие по площади участки. Во всех участках на высокий коэффициент рельефности накладывается близкое залегание уровня грунтовых вод и маленькая мощность либо полное отсутствие в верхней 20-метровой толще отложений юрского возраста, что осложняется наличием мощных толщ относительно «слабых» по сейсмическим свойствам грунтов делювиального и делювиального генезиса. На данном участке все факторы оказывают если не максимальное, то очень большое влияние.

Что касается вклада каждого фактора, то для всех зон верна следующая последовательность: рельеф — до 90%, гидрогеологические условия — до 50%, геологическое строение — до 30%.

Таким образом, проанализировав влияние рассмотренных факторов на локальную сейсмичность территории, можно утверждать следующее.

Основное влияние на приращение балльности из рассмотренных факторов оказывает рельеф, он прибавляет к фоновой сейсмической интенсивности от 0,4 до 1,8 балла. Это объясняется высокими относительными отметками поверхности и большой крутизной склонов. Вклад данного фактора в суммарное приращение балльности составляет от 40 до 90%.

Максимальное приращение балльности в зависимости от уровня грунтовых вод составляет 0,5 балла. Уровень грунтовых вод ниже 13 м не оказывает существенного влияния. Вклад данного фактора в общее приращение сейсмической интенсивности на исследуемой территории изменяется от 0 до 50%.

Влияние геологического строения на исследуемой территории оказалось наименьшим из всех факторов (приращение балльности достигает 0,25 балла). Возможно, это связано с наличием грунтов, имеющих близкие к «средним» грунтам сейсмические свойства. Вклад этого фактора в общее приращение балльности достигает 30%.

### **Результаты оценки влияния техногенной планировки склонов на сейсмическую интенсивность территории**

Расчеты производились по трем профилям, расположенным в различных частях склона хребта Псепахо,

однако для краткости будет рассмотрен один профиль (рис. 3), так как результаты расчетов по всем профилям схожи.

На графике приращения сейсмической интенсивности в зависимости от рельефа (рис. 4) видно, что приращение балльности в природных условиях меньше, чем в современных, на двух участках: между расчетными толщами (РТ) 2-5 и 11-14. На первом техногенная планировка склона, а именно подрезка, увеличила его крутизну, что вызвало увеличение балльности. Во втором же случае более высокий угол наклона, вызвавший увеличение балльности, был создан посредством формирования техногенной отсыпки крутого заложения. На участке между РТ 5 и 11 техногенное выравнивание рельефа уменьшило значение приращения балльности. Это произошло вследствие уменьшения крутизны данной части склона путем отсыпки грунтов.

Рассматривая графики приращений балльности в зависимости от геологического строения (см. рис. 4), можно четко выделить 2 участка: для первого приращение балльности в природных условиях больше, чем в современных, для второго же — наоборот. На первом участке по причине создания выемки и понижения абсолютных отметок расчетных толщ грунтовая толща в современной обстановке стала содержать в себе большие мощности юрских отложений, которые по сейсмическим свойствам относятся к первой категории, а значит, и уменьшают общую балльность.

Во втором же, наоборот, создание высокой насыпи увеличило содержание в расчетной толще антропогенных грунтов и, соответственно, уменьшило мощности флишевых. Вследствие того, что техногенные грунты имеют худшие по сравнению с флишевыми образованиями сейсмические свойства, приращение балльности в толщах, где этих грунтов много, увеличивается.

Приращение сейсмической интенсивности в зависимости от глубины залегания подземных вод (см. рис. 4) напрямую зависит от создания выемки или насыпи, так как при создании выемки уровень грунтовых вод приближается к поверхности, а при отсыпке — наоборот. Так, на графике прослеживаются два разных участка, соответствующие изменению рельефа.

При анализе значения приращения по совокупности факторов (см. рис. 4) было замечено, что в среднем приращение балльности в современной обстановке превышает таковую до техногенного вмешательства на 0,04 балла, что в целом незначительно. Однако на отдельных участках это различие может достигать 0,35 балла (р.т. 12).

Можно подвести следующий итог.

Наличие в расчетной толще насыпных грунтов увеличивает общую балльность территории (при условии, что техногенные грунты имеют худшие сейсмические свойства по сравнению с природными грунтами).

Создание выемок крутого заложения увеличивает сейсмичность площадки, а выполаживание склона, напротив, уменьшает.

### **Выводы**

Наибольшее приращение сейсмической интенсивности ( $2,0 \div 2,2$ ) имеют участки, расположенные на вы-

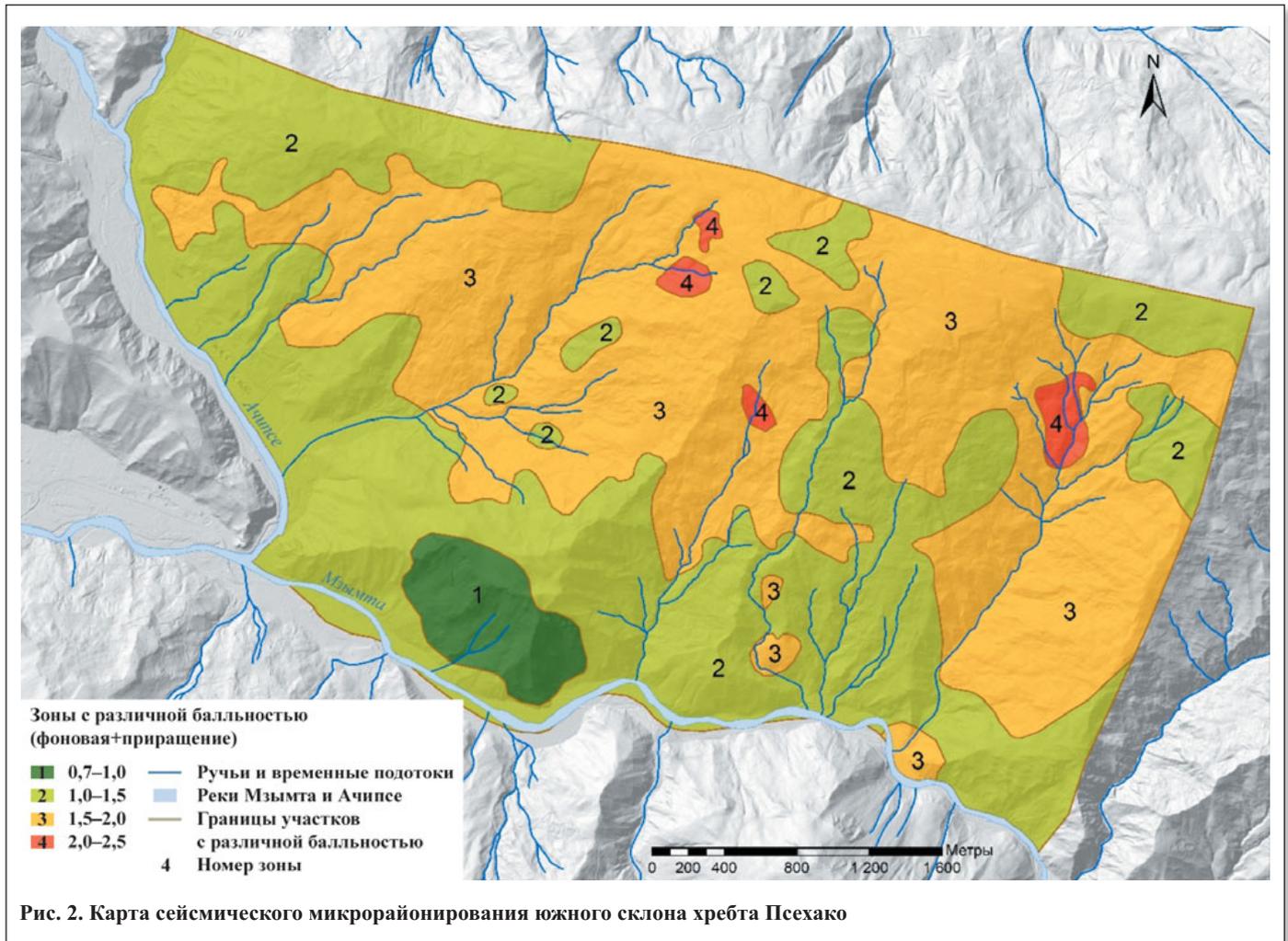


Рис. 2. Карта сейсмического микрорайонирования южного склона хребта Псехако

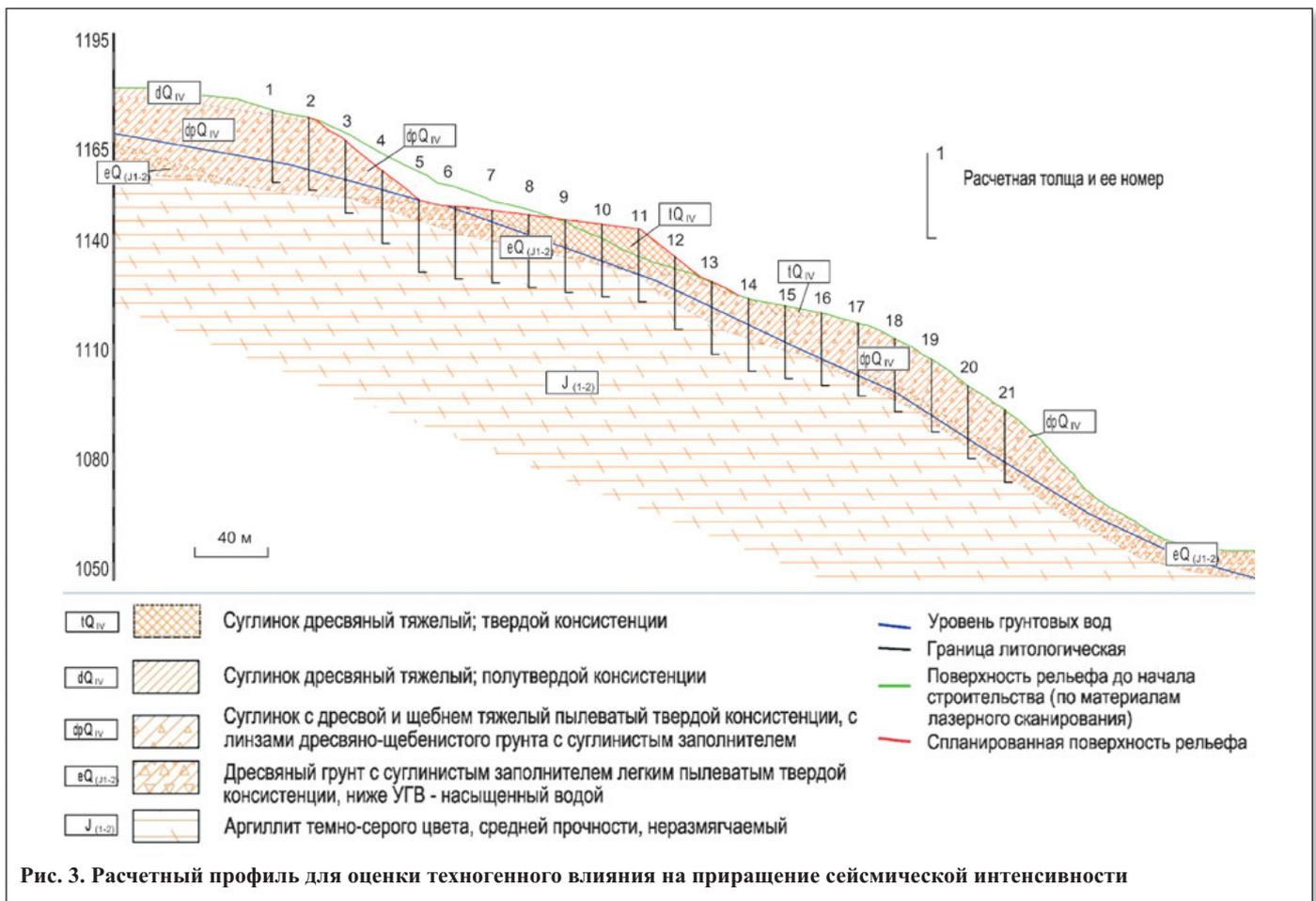
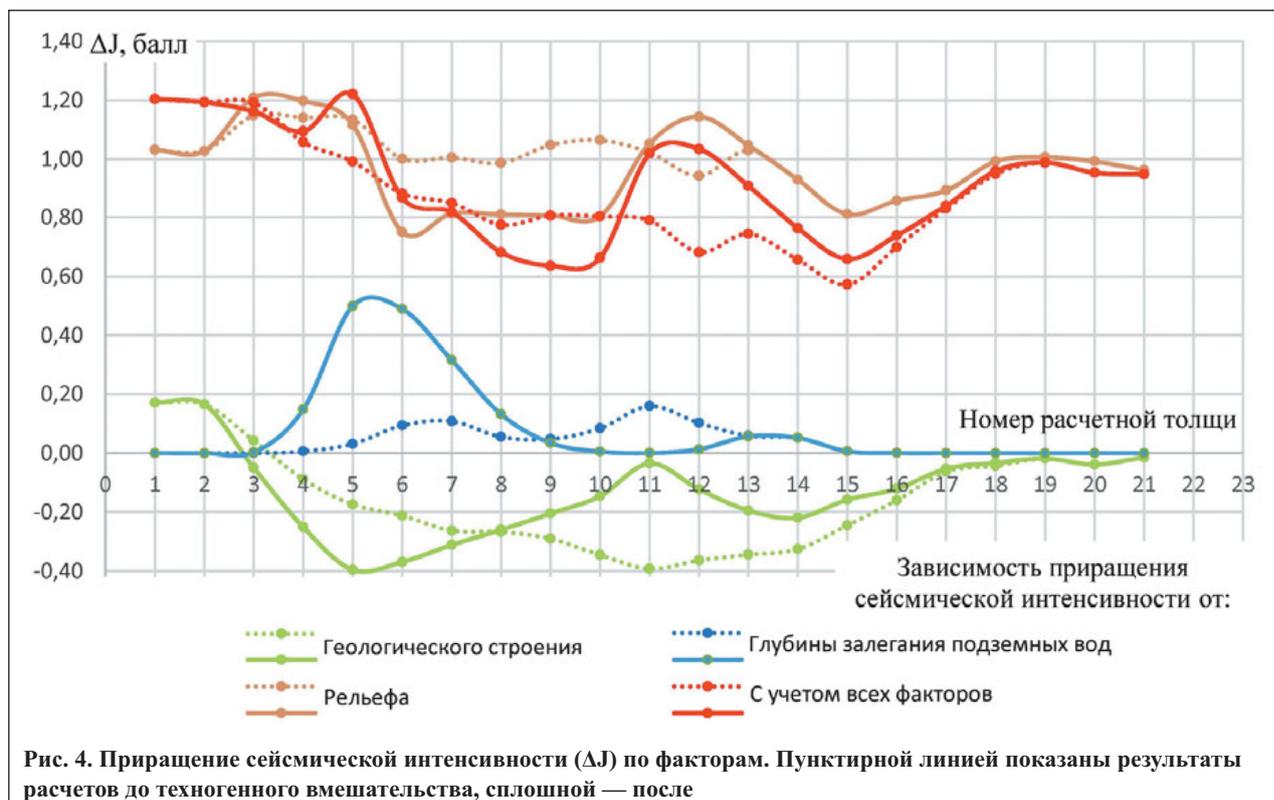


Рис. 3. Расчетный профиль для оценки техногенного влияния на приращение сейсмической интенсивности



соких относительно локального базиса эрозии отметках, на крутых склонах, сложенных большой мощностью (20 м и более) техногенных, делювиальных и оползневых отложений, с близким положением грунтовых вод.

Наибольшую часть исследуемой территории занимает участок с приращением сейсмической интенсивности  $1,5 \div 2,0$  балла, приуроченный к глубокому положению подземных вод, высоким отметкам относительно локального базиса эрозии — от 300 до 900 м, и склонам различной крутизны, осложненным оползневыми отложениями.

Наибольший вклад в приращение балльности вносит рельеф (более 50%), затем следующим по величине влияния является уровень подземных вод как фактор сейсмического микрорайонирования, и, наконец, наименьшее влияние на южном склоне хребта Псехако в данных геологических условиях оказывает геологическое строение.

Наличие в расчетной толще насыпных грунтов увеличивает общую балльность территории (при условии,

что техногенные грунты имеют худшие сейсмические свойства по сравнению с природными грунтами).

По результатам проведенных исследований обнаружено чрезвычайно высокое влияние рельефа на локальную сейсмическую интенсивность (приращение балльности достигает 1,8 балла), в связи с чем влияние подземных вод и грунтовых условий кажется незначительным. Этот факт мог бы стать опровержением всех существующих до этого момента основ сейсмического микрорайонирования. К сожалению, проверка результатов, выполненных по относительно новой методике, учитывающей влияние рельефа [9], не представляется возможной ввиду отсутствия других, приемлемых для инженерно-геологического подхода к СМР методов, а также ввиду отсутствия достаточного количества действующих сейсмоприемников на исследуемой территории. В связи с этим хотелось бы привлечь внимание ученого сообщества к рассматриваемой проблеме, а также к разработке и обоснованию новых методов оценки влияния рельефа на приращение сейсмической интенсивности в горных районах. 🌐

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов А.В., Калинин Э.В., Бершов А.В. Типизация оползней на южном склоне хребта Псехако // Ломоносовские чтения-2014. МГУ. Москва, 2014.
2. Геология СССР. Т. 9. Северный Кавказ. М.: Недра, 1968. 760 с.
3. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2013. 38 с.
4. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. М.: Госстройиздат, 1962. 260 с.
5. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Шварев С.В., Лутиков А.И., Новиков С.С. Оценка уровня сейсмической опасности района Большого Сочи в связи со строительством олимпийских объектов // Геориск. 2008. № 4. С. 6–12.
6. РСН 60-86. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. Госстрой РСФСР, 1986. 13 с.
7. РСН 65-87. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. Госстрой РСФСР, 1987. 14 с.
8. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Минстрой России. Москва, 2014.
9. Способ сейсмического микрорайонирования: пат. 2399934 Российская Федерация от 20.09.10. / Заалишвили В.Б., Мельков Д.А., Габеева И.Л.



ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛОВ  
ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

СОЮЗ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ  
при поддержке  
Ассоциации "Инженерные изыскания в строительстве" ("АИИС")  
**ПРОДОЛЖАЕТ НАБОР ИЗЫСКАТЕЛЕЙ**

## СОЮЗ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ СОЗДАН

- для объединения физических лиц - специалистов в области инженерных изысканий
- для содействия своим членам в осуществлении их профессиональной деятельности
- для повышения качества инженерных изысканий в РФ

Вступать могут специалисты-изыскатели, работающие в организациях, входящих в любые СРО.  
Союз изыскателей открыт для вступления аспирантов и студентов в ряды профессионалов в инженерных изысканиях!

**СОЮЗ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ: ОБЪЕДИНЯЯ, СОВЕРШЕНСТВУЕМ!**

Ознакомиться с Уставом и Положением о членстве в Союзе изыскателей можно на сайте [www.np-si.ru](http://www.np-si.ru)

Контактная информация: тел. 8 926 234 21 05 или 8 926 234 22 07; E-mail: [press@np-si.ru](mailto:press@np-si.ru)  
Фактический адрес: г. Москва, ул. Электrozаводская, д. 60