

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 110

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

Book 2 – GEOGRAPHY

Volume 110

МОРФОДИНАМИКА НА СКЛОНОВИ ПРОЦЕСИ В РАЙОНА НА ЗЕМЕНСКИЯ ПРОЛОМ

ПЕТКО БОЖКОВ

Катедра Климатология, хидрология и геоморфология
e-mail: petko_bozhkov@abv.bg

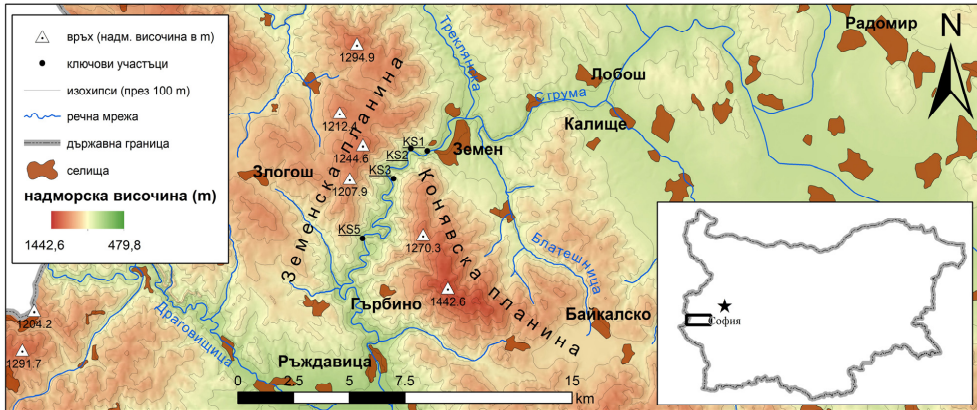
Petko Bozhkov. MORPHODYNAMICS OF SLOPE PROCESSES IN ZEMEN GORGE

The presented paper discusses results from geomorphic monitoring of slope processes in the area of Zemen Gorge on Struma River – sheet erosion, soil creep and scree. The observations, made in the period from 12th of November 2015 to 17th of February 2017, are performed in five key sites located on the two banks of the river. Collected data for the velocity of the studied processes is analyzed and the different types of Quaternary deposits are characterized.

Key words: Zemen Gorge, Struma valley, slope processes, deposition, landforms.

УВОД

Обект на изследване е Земенския пролом, част от долината на Струма, разположен между северните дялове на планините Земенска и Конявска (фиг. 1). Целта на настоящето изследване е да се характеризират съвременните склонови процеси. Изследването е част от дисертационната теза на автора „Морфодинамика на изветрителни и склонови процеси в района на Земенския пролом“. Актуалността му е свързана с прилагането на нова (за страната) методика за изучаване на склоновите процеси. Тя позволи получаването на данни за скоростта и динамиката на процесите, съчетани с характеристиката на наслагите. Избраната територия досега не е била обект на подобни специализирани изследвания, които са близки до методите на мониторинга.



Фиг. 1. Местоположение на изследваната територия

Fig. 1. Location of the study area

МОРФОХИДРОГРАФСКА ХАРАКТЕРИСТИКА

Проломът има дължина от 22 km и свързва Земенското долино разширение с Кюстендиската котловина. Надморската височина при началото на пролома е 575 m, а на изхода при село Ръждавица – 500 m, от което следва, че средният наклон на реката в изследвания участък е 3,4‰. Северозападният дял на Конявска планина (в. Риш 1442,6 m) формира стръмния ляв склон на пролома, а този на Земенска планина образува десния. И по двата склона се наблюдават сипеи, скални откоси и ембрионални ерозионни форми.

Средните наклони на склоновете в пролома варират от 12 до 50°, а вертикалното разчленение по течението се колебае от 155 до 512 m/km². Хоризонталната разчлененост се колебае между 4 и 5,46 km/km², докато по билата на планините този показател има стойности между 1,45 и 3,24 km/km². Морфометричните и морфографските характеристики на Земенския пролом създават условия за активизирането на склоновите процеси.

Долината е изградена от триаски масивни доломити и доломитни варовици на Босненската свита, а по билата на планините Земенска (в района на Силни връх – 1244,6 m) и Конявска (около Варнички чукар – 1155,3 m) се разкриват сиви ядчести варовици с прослойки от аргилити и пясъчници на Радомирската свита (Геоложка карта на България М 1:50 000, листове Райчиловци и Драговищица; Желев и др., 2007). Петрографският състав предполага развитие на карстови процеси.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

В изследването са използвани морфометрични, теренни и лабораторни методи. Процесите са наблюдавани в ключови участъци, чието място е определено в зависи-

мост от надморската височина и експозицията. От 30.10.2015 г. в района функционира лизиметър (DECAGON Em50) със метеорологични сензори.

Морфометричните методи включват анализи на цифров модел на релефа (ЦМР) с пространствена резолюция 30 m, създаден по програмата SRTM – съвместна инициатива на NASA и NGA. ЦМД е обработен със специализиран софтуер (ESRI ArcGIS Desktop v.10.1 – ArcMap), а речната мрежа е дигитализирана и класифицирана от топографски карти в мащаб 1:50 000.

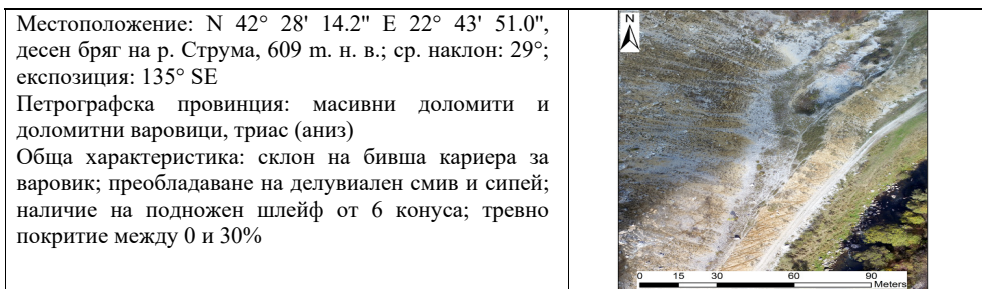
В района са заложени 5 ключови участъка за наблюдения и изследвания. Използвана е методиката на Толстых и Клюкин (1984) и Haigh (1977): маркирани репери, маркирани ленти и площадки-уловители. Наблюденията обхващат периода от 12.11.2015 до 17.02.2017 г. Изборът на методите и последователното им използване съответства на съвременните критерии за теренна и камерална работа (Beylich, Warburton, 2007; Beylich, 2008). На базата на гранулометричен и морфоскопски анализ са характеризирани различни типове склонови наслаги. Лабораторните анализи са извършени по методиката на Серебрянный (1980) и Pettijohn et al. (1986). Сортировката на наслагите е изчислена по Folk (1974).

Анализът на резултатите е направен в следната последователност: процес–форми–наслаги.

РЕЗУЛТАТИ

Изградените ключови участъци са заложени с цел наблюдение на определен вид склонови процеси, например KS1 е за наблюдение на делувиален смив и сипей, KS2 е за делувиален смив и крийп; KS1-L е за крийп, KS3 и KS5 са за срутищно-сипейни процеси.

Ключовият участък KS1 (фиг. 2) (от 12.11.2015 г.) е изграден за наблюдение на сипейни процеси и делувиален смив. В средата на склона е изградена площадка-уловител (1 m²), а по-дължината на склона са заложени 5 репера (по методиката на Толстых и Клюкин, 1984; Beylich, 2008). Репер R1 е поставен в горната част на склона близо



Фиг. 2. Паспортизация на участък KS1

Fig. 2. Description of key site KS1

до скалния откос, а R5 е в най-ниската част на подножния конус, като разстоянието между тях е 46,75 m.

Анализът на получените данни (табл. 1) за скоростта на делувиалния смив показва, че денудацията доминира във високата част на склона (репери R1 и R2), докато натрупването на материали е най-голямо в ниските части на конуса (репер R5). В средната част на склона двата процеса често се заместват един с друг. Наблюденията показваха, че делувиалния смив или площната ерозия е процес, който е активен през топлото полугодие – през юни-септември 2016 г. е отчетена валежна сума от 125 mm. Тогава преобладава акумулацията и скоростта и е между 0,1 и 2,7 cm/103 days.

Таблица 1
Table 1

Данни от измервания на репери (участък KS1)
Data from erosion pins (site KS1)

Дати на наблюдение	Валеж mm	№ на реперите									
		R1		R2		R3		R4		R5	
		акуму- лация (cm)	денуда- ция (cm)	акуму- лация (cm)	дену- дация (cm)	акуму- лация (cm)	дену- дация (cm)	акуму- лация (cm)	дену- дация (cm)	акуму- лация (cm)	дену- дация (cm)
12.11.2015– 11.06.2016 cm/212 дни	461	3,2	2	1,2	2,6	2,1	0,1	1,6	5,1	2,4	0,3
11.06.2016– 21.09.2016 cm/103 дни	113	0,1	0,3	1,1	0,7	– ¹	–	0,7	0,5	2,7	0,7
21.09.2016– 26.11.2016 cm/66 дни	129	1,6	0,2	2,3	0,3	1,3	1,2	2,1	0,7	1,6	0,2
26.11.2016– 17.02.2017 cm/84 дни	38	1,6	2,2	1,7	2,2	1,1	0,1	1,8	0,1	6	2,5

¹ Измерените валежи на 18, 19 и 20.09.2016 г. наложиха рестартиране на наблюденията от 21.09.

В периода 9–30.07.2016 г. количеството на падналите валежи достигна 73 mm, като 25 mm от тях са отбелязани на 29 между 20:00 и 22:00 часа. Следователно, интензивността на този валеж е била 0,38 mm/min. Падналите през този период валежи са задвижили и най-голямото количество на седименти, отчетено в площадката-уловител, разположена в средата на склона (табл. 2). Размерите на някои от тях (между 20–77 m среден размер по ос „ σ “) формата им показват, че движението е станало чрез свободно падане и влачене, което сочи смяна на процеса – от площна ерозия в сипей.

Измерените скорости на процесите в района на KS1 за периода 11 юни–30 юли 2016 г. следните скорости (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Количество и скорост на натрупване на делувиален материал в ключов участък KS1
Quantity and vlocity of accumulation of slope wash material in site KS1

Период (дни)	Количество валеж (mm)	Тегло (g)	Площ (m ²)	Скорост (g/m ² /day)
11.06.2016 – 09.07.2016 г. (29 дни)	11	106,50	1	3,6724
09.07.2016 – 30.07.2016 г. (21 дни)	73	494,39	1	23,5424

В най-високата част на склона е развит скален венец, а в подножието са образувани 6 сипейни конуса, образуващи шлейф с площ 1020 m². В периферията на шлейфа са разположени най-едрите късове, а върховете на конусите са изградени от по-фини материали, т. е. наблюдаваната псевдосортировка характеризира повече сипейни конуси, отколкото делувиални.

Гранулометричният анализ на наслагите (табл. 3) от подножния шлейф показва преобладаване на гравела и пясъка и много лоша сортировка, резултат от краткия транспорт. Морфоскопският анализ на същите късове от подножния шлейф (табл. 4) потвърди краткия транспорт, а формата – това, че движението е станало чрез плъзгане.

В площадката-уловител, разположена в средата на склона (табл. 5) в разпределението на фракциите преобладава чакъла (над 10 mm), чиято форма е дисковидна и цилиндрична форма. Тя индикира протичането на друг процес, а именно – единични срутвания и/или каменопади.

Цветът на наслагите по целия склон и в неговото подножие е в кафявата гама и е свързан с изветрянето на варовиците (табл. 3, 5).

Получените данни за ключов участък KS1 потвърдиха протичането на делувиален смив и сипей, както и единични случаи на каменопади. Седиментоложките данни характеризират делувиални наслагии в средната част на склона и комбинацията между тях

Таблица 3
Table 2

Разпределение на фракциите (%) в повърхностни проби от ключови участъци KS1, KS3 и KS5
Grain size distribution (%) of surface samples from key sites KS1, KS3 and KS5

Проба	Чакъл (над 10 mm)	Гравел (10–2 mm)	Пясък (2–0,1 mm)	Глина (под 0,1 mm)	Цвят (по Munsell)
KS1	3,09	71,96	17,14	7,81	2.5Y 6/3 light yellowish brown
KS3	23,04	65,37	7,09	4,50	5Y 4/2 olive gray
KS5	8,31	51,35	23,95	16,39	10YR 6/3 pale brown

Таблица 4
Table 4

Морфоскопски анализ на късове от колувиални конуси (участъци KS1, KS3 и KS5)
Size and shape analysis of pebbles from talus cones (sites KS1, KS3 and KS5)

	KS1	KS3	KS5
Брой измерени късове	30	30	30
Минимални стойности (cm)	$a - 13; b - 7,9; c - 3$	$a - 11,5; b - 5; c - 2;$	$a - 10,5; b - 5,5; c - 3$
Максимални стойности (cm)	$a - 37; b - 28; c - 20$	$a - 131; b - 94; c - 45$	$a - 91; b - 51; c - 42$
Средно аритметично	$a - 23; b - 15; c - 8$	$a - 27; b - 19; c - 8$	$a - 28; b - 17; c - 10$
Стандартно отклонение	$a - 6; b - 5; c - 4$	$a - 25; b - 18; c - 9$	$a - 19; b - 10; c - 10$
Преобладаващ петрографски вид	доломит/доломитен варовик	доломит/доломитен варовик	доломит/доломитен варовик
Средна заобленост	0,00	0,00	0,00
Транспорт влачене:салтация (%)	73:27	83:17	64:36

Таблица 5
Table 5

Разпределение на фракциите в проби от площадки-уловители в участъци KS1 и KS2 (%)
Grain size distribution of samples from soil erosion plots in sites KS1 and KS2 (%)

Проба	Чакъл (над 10 mm)	Гравел (10–2 mm)	Пясък (2–0,1 mm)	Глина (под 0,1 mm)	Цвят (по Munsell)
KS1 09.07.2016	79,97	2,88	13,00	4,14	2,5Y 6/3 light yellowish brown
KS1 30.07.2016	81,45	4,22	12,23	2,11	2,5Y 6/3 light yellowish brown
KS2 11.06.2016	32,92	28,74	19,96	18,38	10YR 5/2 grayish brown
KS2 30.07.2016	37,91	31,71	14,64	15,74	2,5Y 6/2 light brownish gray

и сипейни късове в подножния шлейф. Валежните количества са причина не само за активизирането и високите скорости на процесите, а и за преминаването им от един в друг. Критичната стойност за това беше фиксирана на 29.07.2016 г. и тя е 23 mm/hour.

Ключов участък KS1-L (фиг. 3) е изграден за наблюдение на крийп процеси (фиг. 3) чрез използване на 9 маркирани репери, разположени в три успоредни редици.

Разположението на реперите оформя площадка във вид на правоъгълник, с площ 24 m². Резултатите от измерванията (табл. 6) показваха средни стойности на акумулацията между 0,45 и 1,8 cm/75 дни, а на денудацията – между 0,9 и 1,4 cm за същия период.

Следващият ключов участък – KS2 (фиг. 4), е изграден в сходни топографски условия като KS1-L, но на южна експозиция. Той е за наблюдение на крийп и делувиален смив.

Местоположение: N 42° 28' 11.3" E 22° 43' 57.5", ляв бряг на р. Струма, над сградата на стационара

Надморска височина: 622 m; ср. наклон: 20°, Експозиция: 345° NW

Петрографска провинция: масивни доломити и доломитни варовици, триас (аниз)

Обща характеристика: склон на Риша планина с плътна тревна покривка и вторични съобщества на келяви габър; плитка почвена покривка (20 – 25 cm); развитие на крийп



Фиг. 3. Паспортиция на участък KS1-L

Fig. 3. Description of key site KS1-L

Таблица 6

Table 6

Стойности на акумулацията (a) и денудацията (d) за периода 09.07.2016–01.10.2016, участък KS1-L (cm)

Rates of accumulation (a) and denudation (d) for the period 09.07.2016–01.10.2016, site KS1-L (cm)

Период на наблюдение 09.07.2016–01.10.2016 г. (75 дни)		
Репер 1 $a - 0,75$	Репер 2 $a - 1,2 / d - 1,3$	Репер 3 $a - 0,45$
Репер 4 $a - 0,65$	Репер 5 $d - 1,15$	Репер 6 $a - 1,8 / d - 0,9$
Репер 7 $a - 1,3$	Репер 8 $a - 0,5 / d - 1,4$	Репер 9 $d - 1,05$

Местоположение: N 42° 28' 16.5" E 22° 43' 18.5", десен бряг на р. Струма,

Надморска височина: 625 m; ср. наклон: 38°, Експозиция: 183° S

Петрографска провинция: масивни доломити и доломитни варовици, триас (аниз)

Обща характеристика: склон на Земенска планина, частично затревен; крийп; ембрионални ерозионни форми ; дебелина на склоновите наслагы – над 30 cm;



Фиг. 4. Паспортиция на участък KS2

Fig. 4. Description of key site KS2

Направените наблюдения показаха, че стойностите на акумулация и денудация на крийпа в този участък за период от 84 дни при валежна сума от 38 mm варират между 0 и 2,4 cm (табл. 7). Тези скорости са резултат от снеготопенето в края на януари и началото на февруари. За да бъдат достоверни тези данни трябва да се потвърдят от много по-дълги наблюдения.

В същия участък беше измерен делувиалният смив чрез площадка-уловител (Толстых, Клюкин, 1984) (табл. 8). Видимо е, че тук скоростта е по-бавна спрямо тази в участък KS1. Считаме, че високите скорости, отчетени в периода 09.07.2016–30.07.2016 г., са пряко свързани с проливните валежи на 29.07.2016 г., достигащи 25 mm.

В гранулометричния състав на делувиалните наслагии преобладават чакъла и гравела (табл. 5). В пробите от участък KS2 фракциите са по-равномерно разпределени спрямо наслагите от участък KS1. Количеството на чакъла е два пъти по-малко от това на гравела. Наблюдават се завишени количества на глината. Следователно, делувиалният смив в участък KS2 пренася по-разнообразни по размер частици от тези в KS1.

Таблица 7
Table 7

Стойности на акумулацията (a) и денудацията (d) за периода
26.11.2016–17.02.2017 г., участък KS2 (cm)
Rates of accumulation (a) and denudation (d) for the period
26.11.2016–17.02.2017, site KS2 (cm)

Период на наблюдение 26.11.2016 – 17.02.2017 г. (83 дни)		
Репер 1 $a - 0,1 / d - 0,1$	Репер 2 $d - 0,65$	Репер 3 $d - 0,4$
Репер 4 $a - 0,6 / d - 0,5$	Репер 5 $d - 0,6$	Репер 6 $a - 0 / d - 0,1$
Репер 7 $a - 2,4 / d - 0,9$	Репер 8 $a - 1,2 / d - 1,1$	Репер 9 $a - 0,4 / d - 0,7$

Таблица 8
Table 8


Количество и скорост на натрупване на делувиален материал в ключов участък KS2
Quantity and velocity of accumulation of slope wash material in site KS2

Период (дни)	Количество валеж (mm)	Тегло (g)	Площ (m ²)	Скорост (g/m ² /day)
16.04.2016 – 11.06.2016 г. (57 дни)	150	102,44	1	1,7972
09.07.2016 – 30.07.2016 г. (21 дни)	73	296,26	1	6,0461

Ключови участъци KS3 (фиг. 5) и KS5 (фиг. 6) бяха заложени в началото на 2016 г. Поради относително трудния достъп, наблюденията и измерванията в тях се провеждат по-рядко. В участък KS3 (фиг. 5) са заложени репери в срутищно-сипееен-делувиален конус, подобно на тези в участък KS1.


Наблюденията и измерванията са направени чрез маркирани репери и ленти (Толстых, Клюкин, 1984). Те обхващат периода 02.02.2016-19.11.2016 г. при общо количество валеж 562 mm. Наблюдаваните промени показаха следното: *a* – средната скорост на денудация в участък KS3 е 3,5 cm за 292 дни или 0,0120 cm/day, а тази на акумулация е 6,8 cm за 292 дни (0,0233 cm/day); *b* – акумулацията има слаб превес над денудацията, т. е. преобладава натрупването на материал.

При наблюдение на маркираната лента в KS3 на 19.11.2017 г. се установи наличие на изветрели и останали *in situ* скални късове от маркирана върху основна скала лента с площ 6790 cm² (0,679 m²). Беше установено, че за период от 292 дни се е отделил къс, с общи размери 25,3 x 19,2 x 13,3 cm и тегло 77,50 g.

<p>Местоположение: N 42° 27' 31.4" E 22° 42' 47.5", ляв бряг на р. Струма, до махала Хайдушите и карстов извор „Хайдушки“</p> <p>Надморска височина: 610 m; ср. наклон: 37°, Експозиция: 253° SW</p> <p>Петрографска провинция: масивни доломити и доломитни варовици, триас (аниз)</p> <p>Обща характеристика: напукан скален корниз; срутищно-сипейни жлебове и конуси от едър блокаж; единични храсти и вторични съобщества на келявия габър (шибляк)</p>	
--	---

Фиг. 5. Паспортиция на участък KS3

Fig. 5. Description of key site KS3

<p>Местоположение: N 42° 26' 1.9" E 22° 41' 52.8", десен бряг на р. Струма, до кариера „Скакавица“</p> <p>Надморска височина: 560 m; ср. наклон: от 3° до 40°, Експозиция: 79° NE</p> <p>Петрографска провинция: масивни доломити и доломитни варовици, триас (аниз)</p> <p>Обща характеристика: напукан скален откос; сипейно-срутищен конус</p>	
---	--

Фиг. 6. Паспортиция на участък KS5

Fig. 6. Description of key site KS5

Участъци KS3 и KS5 служат и за измерване на отстъпа на склоновете чрез маркирани площи и линии.

В подножната част на склона е образуван единичен конус от акумулиран материал. Разстоянието между върха на конуса и периферията му е 12 m. Наслагите, които го изграждат, показва преобладаване на гравела (65 %) и чакъла (23%) (табл. 3). Те имат лоша сортировка ($\sigma_1 = 1,70$), която е резултат от краткия транспорт. Морфоскопският анализ (табл. 4) потвърди големината на късовете, като някои от тях почти достигат 1 m по ос „а“. Транспортирането им (при посочените размери) (табл. 4) показва приоритет на влаченето, което е характерно за сипейте.

Последният ключов участък – KS5 (фиг. 6), е изграден за изучаване на скоростта на сипейно-срутищни процеси чрез използване на маркирани репери и ленти.

Данните от маркираните репери (единият в горната част на конуса, а другият – в долната, като разстоянието между тях е 4,2 m) показва, че за наблюдавания период (07.03.2016–19.11.2016, т. е. 258 дни) денудацията е 1,2 cm или 0,0046 cm/day, а акумулацията възлиза на 2 cm или 0,0077 cm/day. Следователно, процесите в участък KS3 са много по-интензивни от тези в KS5.

Наблюденията на маркираната лента в KS5 показва, че за същия период от основната скала, с площ 6450 cm² (0,65 m²), са изветрели 12 къса с общо тегло 26,88 g, което показва, че през изследвания период (07.03.2016–19.11.2016 г.), т. е. за 258 дни от скалния откос се е отделил къс с общи размери 27×17,3×6,4 cm.

Подножният конус е изграден от по-разнообразен материал (табл. 3) в който преобладава гравела и пясъка, а наслагите имат много лоша сортировка ($\sigma_1 = 2,90$). Размерите на късовете (табл. 4), формата и заоблеността им показват преобладаване на сипеен процес, при който транспорта е кратък и става чрез влачене и преобръщане. Това ги определя като десперсий.

ОБОБЩЕНИЕ

Изследваните склонови процеси в Земенския пролом са ортогравитационни (сипей и срутища), както и такива на масово движение на наслагите (крийп и делувиален смив). В местата, където се показват основните скали, става изветрянето им и образуването елувий или остава на място, или има кратък (между 4 и 12 m) транспорт. Най-често тези процеси са в съчетание помежду си, например сипей с делувиален смив (KS1, KS5), крийп и делувиален смив (KS1 и KS2), сипей и срутище (KS3 и KS5).

Движението на неспоените материали по склоновете чрез делувиалния смив е по-бързо през топлото полугодие (от април до юли), когато количеството на влагата е високо в следствие на падналите валежи, снеготопенето и инфилтрацията на атмосферни води в почвата. В периода ноември–март скоростта се забавя. Измерените средни стойности на натрупване при делувиалния смив са между 0,001 и 0,25 cm/day. В случай на интензивни валежи тази скорост се увеличава. Например 73 mm валеж между 9–30 юни 2016 г. са довели до отлагането на 23,5424 g/m²/day. Досегашните ни изследвания показва, че това количество валежи при 0,38 mm/min е „обърнало“ делувиалния смив в сипей.

При измервания на крийп се наблюдават същите закономерности, свързани с активизация на процеса през топлото и студеното полугодие. Получените данни за средната скорост на крийпа – между 0,001 и 0,018 cm/ден показват, че този процес е значително по-бавен от делувиалния смив.

Делувиалният смив и крийпът транспортират относително дребни наслаги (пясък и по-дребните от него). И двата процеса променят морфологията на склоновете, като образуват неголеми деформации от микроповишения и понижения. Наслагите на двата процеса участват заедно със сипейните (десперсий) в полигенетичните подножни конуси. Общото между всичките видове е лошата сортировка и слабата им заобленост.

Срутищно-сипейните процеси транспортират най-едрите по размер частици (блокаж и едър чакъл, чийто размери достигат до 1 m) чрез влачене и салтиране. Тези процеси започват от скални разкрития и откоси в горната им част и продължават по склоновете, като образуват жлебове или късовете се салтират по основна скала. Те също така образуват подножни конуси и/или шлейфове.

Скоростта на движение на неспоените наслаги е най-висока в участъците, в които действат няколко процеса (най-вече делувиален смив и сипеен процес), които образуват разнообразни по гранулометричен състав наслаги. Акумулацията има големи стойности, особено в областта на колувиалните конуси. В течение на годината акумулацията се замества от денудация, но преобладава натрупването на материал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ускорението на процесите води до увеличаване на количеството пренасян материал, което оказва влияние върху механичния състав на наслагите. Той, от своя страна, също контролира активността на процесите в комбинация с вида на растителната покривка и климатичните условия. От климатичните елементи с най-голямо значение за скоростта и интензивността на склоновите процеси имат количеството, интензивността и вида на валежите, а също така и температурата на въздуха.

Изчислените скорости в KS1 за денудацията и акумулацията са значително по-високи от установените стойности за съседни територии в Краището – планините Милевска и Кървав камък (Кендерова и др., 2012), където стойностите на денудация и акумулация са съответно 0,0268 и 0,0059 cm/year.

Регистрираните стойности и скорости на склоновите процеси следва да се потвърдят или отхвърлят от следващи измервания. Натрупаната информация дава количествена оценка на склоновите процеси и условията, при които те се проявяват. Продължаването на климатичните редици от данни е особено важно, тъй като при определени метеорологични условия крийпът и делувиалният смив могат да пренасят големи количества неспоен материал за относително кратък период от време.

SUMMARY

Morphodynamics is associated with changes of Earth's surface due to various endo- and exogeneous processes. Denudation processes transport and accumulate the unconsolidated

materials, forming various deposits. The rate and velocity of denudation and accumulation are, therefore, closely related with the environmental conditions.

In this study are presented short-term results from on-going observations of slope processes activity and related landforms and deposits. The area of interest – Zemen Gorge, is one of the Struma River's 12 gorges, located between Konjavaska and Zemenska Mountains in the Southern Kraishite Region. An attempt is made to correlate process activity with certain meteorological conditions. They are analyzed using daily meteorological data for the period between 12th of November 2015 and 17th of February 2017.

Several key sites are selected and different geomorphological situations were described in order to characterize specific slope processes – screes/talus formation, rockfalls, sheet erosion, soil creep etc. Each key site is followed by a short description (passport), showing the main terrain characteristics (coordinates, elevation, slope, aspect) and dominating geomorphological processes. Every key site is located on same petrography (dolomites and dolomitic limestone) in order to reduce the variability of the geomorphological conditions. Samples are taken for grain size analysis, whereas morphoscopic analysis is used to determine the sizes of coarser materials (pebbles, boulders). Erosion pins (denudation gauges) are used to estimate the changes in the topography. Soil erosion plot are installed to determine the quantity of material, transported by sheet erosion. Painted rock faces and marked lines are applied to determine the slope retreat and the movement of individual particles.

Results are presented in various formats, mainly as tables, showing the readings from each key site. Presented results describe the rate and the velocity of slope surface deformations in terms of cm/day or g/m²/day. The data is discussed in relation with meteorological phenomena (rainfalls), climate and its elements. Nevertheless, more data and more frequent observations are needed to understand the seasonal rates of slope denudation and sediments redeposition. The velocity, intensity, frequency and spatial distribution of slope processes is related with the inputs of precipitation and presence or absence of vegetation canopy, and the slope angle itself. However, more data is required in order to understand the seasonal rates of erosion and accumulation.

ЛИТЕРАТУРА

- Велчев, А., П. В. Петров, Д. Топлийски, Р. Пенин, А. Сарафов, П. Б. Петров Хр. Константинов, С. Симеонов, Н. Тодоров, А. Асенов, А. Пейчев. 1993. Физикогеографски и ландшафтни изследвания в района на Земенския стационар. С., УИ „Св. Климент Охридски“, 250 с.
- Геоложка карта на България в мащаб 1:50 000, листове К-34-57-Г (Райчиловци) и К-34-58-В (Драговищица); В. Желев, Милованов, П., Горанов, Е., Вълев, В., Петров, И., Илиева, Е., МОСВ, 2007.
- Кендерова Р, Г. Рачев, А. Балтакова. 2012. Съвременни екзогенни процеси в Милевска планина и Кървав Камък (фактори, условия, характеристика). – *Год на СУ, ГГФ, кн.2 География*, 104, 55–71.
- Серебрянный, Л. Р. 1980. Лабораторный анализ в геоморфологии. М., 160 с.
- Стойчев, Н. 1986. Особенности в температурния режим в Земенския ландшафтен стационар. – *Изв. на БГД, кн. 23 (33)*, 34–42.
- Тодоров, Н., 1989. Кратка физикогеографска характеристика на района на Земенския стационар. – *Изв. на БГД, кн. 25 (35)*, 91–102.
- Толстых, Е. А., А. А. Клюкин. 1984. Методика измерения количественных параметров экзогенных геологических процессов. М., Недра, 117 с.
- Топлийски, Д., А. Пейчев, 1993. Климат. – В: Физикогеографски и ландшафтни изследвания в района на Земенския стационар. С., УИ „Св. Климент Охридски“, 250 с.

- Beylich, A. A. 2008. Mass transfers, sediment budgets and relief development in the Latnjavagge catchment, Arctic-oceanic Swedish Lapland. – *Zeitschrift für Geomorphologie*, 52. Supplementary Issue, 149–197.
- Beylich, A. A., J. Warburton, 2007. Analysis of source-to-sink-fluxes and sediment budgets in changing high-latitude and high-altitude cold environment. – In: SEDIFLUX Manual, 2007, Geological Survey of Norway, 158 p.
- Haigh, M. J. 1977. The use of erosion pins in the study of slope evolution. British Geomorphological Research Group. – *Technical Bull.*, 18. Norwich, Shorter Technical Methods (II), 31–50.
- Folk, R. L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Austin, Texas, Hemphill, 185 p.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. – *J. Geology*, 30, 5, 377–392.
- Pettijohn, F., P. Potter, R. Siever. 1986. Sand and sandstone. New York, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 553 p.

Постъпила април 2017 г.