

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 112

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTI DE GEOLOGIE ET GEOGRAPHIE

Livre 2 – GEOGRAPHIE

Volume 112

МИКРОКЛИМАТИЧНИ И ГЕОМОРФОЛОЖКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪВ ВОДОСБОРА НА РЕКА СИНАНИШКА ЗА ПЕРИОДА 2012–2018 г.¹

СОНЯ СТОЯНОВА, РОСИЦА КЕНДЕРОВА, ГЕОРГИ РАЧЕВ,
ДИМИТЪР КРЕНЧЕВ, АХИНОРА БАЛТАКОВА, НИНА НИКОЛОВА,
ПЕТКО БОЖКОВ

Катедра „Климатология, хидрология и геоморфология“

e-mails: sonya.s.stoyanova@gmail.com, rosica@gea.uni-sofia.bg, georach@compas.
bg, krenchev@abv.bg, abaltakova@gea.uni-sofia.bg, nina@gea.uni-sofia.bg, petko_
bozhkov@abv.bg

*Sonya Stoyanova, Rossitza Kenderova, Georgi Rachev, Dimitar Krenchev, Ahinora Baltakova,
Nina Nikolova, Petko Bozhkov. MICROCLIMATIC AND GEOMORPHOLOGICAL
STUDIES IN SINANITSA RIVER BASIN FOR THE PERIOD 2012–2018*

In this article are discussed the results from microclimatic and geomorphological researches in the Sinanitsa river basin. The complex investigations were conducted for the period of six years and cover the territory of about 6,63 km². Up to this moment, no meteorological observations have been made in the Sinanitsa River Basin. The obtained data for air and soil temperatures will allowed to understand the seasonal rates of denudation and sediments redeposition. Therefore, several key sites are selected in order to characterize and inspect the specific geomorphological processes (weathering, slope wash and fluvial processes activity etc.). Samples from different types of deposits are taken and analyzed using sedimentological methods. Microclimatic and geomorphological monitoring give new information in order to clarified the environmental condition in this part of the Pirin Mountains.

Key words: Pirin Mountains, Sinanitsa watershed, microclimatic data, geomorphological processes, ladforms and deposits.

¹ Статията е част от дейността по проект към ФНИ към МОН по Договор № ДН14/6 от 13.12.2017 г.

УВОД

От 2012 г. екип от катедра „Климатология, хидрология и геоморфология“ насочва интересите си към Пирин планина. Изследванията, които се провеждат в Пирин, са във връзка с работата по редица проекти². Резултатите са комплексни и независимо от различните цели, които екипът си поставя, те касаят цялостна оценка на природните ресурси от гледна точка на променящия се климат. Подходът ни е близък до мониторинговия и това е част от актуалността на изследването и на получените резултати. В повечето случаи усилията са насочени към високата част на планината над горната граница на гората, защото тя е относително слабо антропогенно натоварена и в същото време се явява един от най-чувствителните индикатори за промените в средата.

Работата е съсредоточена в няколко ключови участъка. Досега са публикувани данните за ключовите участъци Беговица и Бъндерица³. В настоящата публикация екипът представя получените резултати и изводи за третия ключов участък – Синаница.

Целта на настоящото изследване е да се анализират и синтезират получените данни от микроклиматичния и геоморфоложкия мониторинг, провеждан в басейна на р. Синанишка от 2012 г.

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Водосборният басейн на р. Синанишка е развит по северозападния склон на Пирин (фиг. 1). Местоположението му характеризира една от двете основни макроекспозиции в планината. Река Синанишка води началото си от едноименното езеро, разположено на 2181 m н.в. Тя е дълга 5,26 km, ориентирана в посока югоизток-северозапад и е част от водосбора на р. Влахинска като неин ляв приток. Границите на изследвания район съвпадат с тези на водосборния басейн на р. Синанска. На север-североизток морфоложкото било го отделя от долината на р. Гергийца, на изток – от Голямо Спано поле и р. Спа-

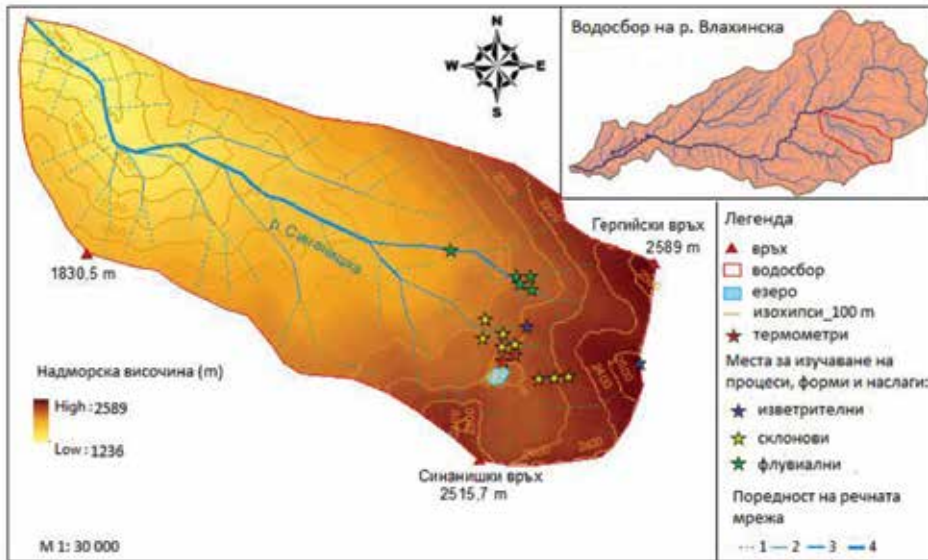
² „Криолитозона в Пирин планина (южен склон и площно разпространение)“, 2015 г., УФ към НИ на СУ „Св. Климент Охридски“; „Криолитозона в Пирин планина (площно разпространение)“, УФ към НИ на СУ „Св. Климент Охридски“, 2016 г.; „Криогенни процеси в Пирин планина“, УФ към НИ на СУ „Св. Климент Охридски“, 2017 г.; „Природната среда в Пирин планина в условията на променящия се климат“, към Фонд „Научни изследвания“ на МОН, Договор № ДН 14/6 от 2017 г.

³ Рачев и др. 2016 Резултати от метеорологични, хидроложки и геоморфоложки наблюдения във водосбора на р. Беговица за периода 2012–2015 г. – *Год. на СУ*, т. 109; кн. 2 – География, 17–33;

Кренчев и др. 2019. Метеорологични, хидроложки и геоморфоложки изследвания във водосбора на р. Бъндерица за периода 2011–2017 г. – *Год. на СУ*, т. 111; кн. 2 – География, 7–35.

нополска, а на юг – от долината на р. Арнаутско дере. Басейнът на Синанишка обхваща 6,63 km² площ и е развит в хипсометричния пояс от 1236 до 2589 m.

В границите на водосбора мониторингът е проведен в 16 участъка: седем за склонови процеси, пет за флувиални процеси, два за изветрителни процеси и два за микроклиматични измервания (температура на въздуха и почвата) (фиг. 1). Местата за наблюдение са избрани в зависимост от надморска височина, експозиция, петрографски състав, както и достъпност, възможност за поддържане на апаратурата и запис на данните. Теренните изследвания са съсредоточени в диапазона от 2020 до 2431 m н.в., или на площ от около 3,3 km².



Фиг. 1. Карта на теренната изученост в долината на р. Синанишка
 Fig. 1. Location of the study area, equipment and samplings in Sinanitsa river basin

ИЗХОДНА ИНФОРМАЦИЯ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Изследванията във водосбора на р. Синанишка се провеждат на основата на мониторингови наблюдения, касаещи метеорологичните елементи и динамиката на геоморфоложките процеси в района. За периода 2012–2018 г. е създадена база данни за температура на въздуха и почвата (ежечасни стойности), за изветрителни, склонови и флувиални процеси, форми и наслагии. Извършените дейности са отразени в табл. 1.

Извършени дейности във водосбора на р. Синанишка за периода 2012–2018 г.
Studying activities in Sinanitsa river basin for the period 2012–2018

GPS точки (бр.)	Температурни датчици	Площадки, репери, маркировки (бр.)			Седиментоложки анализ (бр. проби)	
		Изветрителни процеси	Склонови процеси	Флувиални процеси	Морфоскопски	Гранулометричен
16	2	2	7	5	14	10

Микроклиматичният мониторинг в изследваната територия започва през 2012 г. с поставянето на почвен термометър (тип НОВО U12-015 Stainless Temp Data Loggers) в района на циркус Синаница. Температурният датчик е заложен на склон със североизточна микроекспозиция и на 5 cm дълбочина. През 2016 г. в циркуса е монтиран и термометър от тип LOGTAG TRIX – 8 за измерване на температурата на въздуха. Записите от измерванията се извършват на всеки час. На база наличните данни са анализирани следните параметри: средна месечна и годишна температура, средни месечни максимални и минимални стойности и средни от месечните абсолютни максимални и минимални температури на почвата (2012–2018) и на въздуха (2016–2018), както и броя дни с минимална температура на почвата под 0 °C (мразови дни) и дни с максимална температура на почвата под 0 °C (ледени дни).

При теренните геоморфоложки изследвания са използвани различни методи (Толстых, Клюкин 1984; Вапцаров, И. и др. 1995; Beylich, Warburton 2007; Beylich 2008). Седиментоложките анализи са извършени по методиката на ситовия анализ (Pettijohn et al. 1972, 1987), а за картографска обработка са използвани продукти с отворен код (QuantumGIS и SAGA). Микроклиматичната информация, а също така и част от морфометричните и седиментоложките данни са обработени чрез математико-статистически методи.

При теренните изследвания, касаещи твърдостта на скалите (респ. напукаността и изветрянето им) е използван преносим полеви уред – чук на Шмид (Schmidt hammer, модел RockSchmidt type N) (Goodie 2006; Placek & Migoń 2007; Viles et al. 2011.). Той измерва величината на отскок (rebound, R-value), явяваща се пропорционална на общата здравина (comprehensive strength) на скалата. Тя варира в интервала от 0 до 100. Свежите скални повърхности имат висока стойност на отскок (R), докато изветрелите повърхности имат ниски стойности.

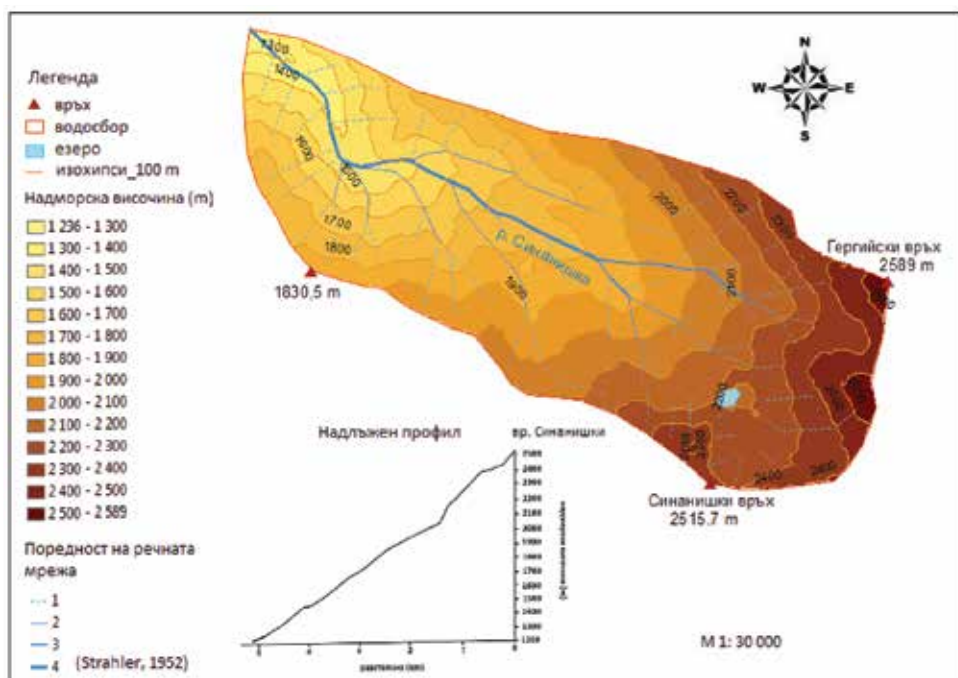
МОРФОХИДРОГРАФСКИ ОСОБЕНОСТИ НА БАСЕЙНА НА Р. СИНАНИШКА

Водосборът на Синанишка река се отделя на север-североизток от басейна на р. Гергийца, на изток от този на р. Спанополска, а на юг от басейна на р. Арнаутско дере (фиг. 2). Река Синанишка е ориентирана в посока югоизток-северозапад и е част от водосбора на р. Влахинска като неин ляв приток. Тя дренира територия с площ 6,63 km² на надморска височина между 1236 и 2589 m. Средната надморска височина на водосбора в този хипсометричен обхват е 1942,7 m, а най-високите върхове са Синаница (2515,7 m) и Гергийски (2589 m). Изследваният водосбор има дължина 4,78 km и широчина, колебаеща се между 1,39 и 2,13 km.

Река Синанишка води началото си от широко отворен на север циркус (площ 0,36 km²) на 2181 m. н.в. В основата на циркусните стени (до 335 m превишение) и под вр. Синаница (2515,7 m) са образувани срутищно-сипейни шлейфове, които ограждат Синанишкото езеро (площ 0,014 km²). Водите на езерото понират в мраморния блокаж и след около 100-150 m северозападно от него излизат на повърхността и дават началото на р. Синанишка. В изследвания водосбор реката е с дължина 5,26 km. Надлъжният ѝ профил е конкавна крива (фиг. 2, профил), типична за ледниковите и U-видните долини (Константинов 1986) – с неизработен профил, резултат от преобладаваща вертикална ерозия.

Количественият морфохидрографски анализ отразява топографския израз на повърхността, базиран на особеностите на водосбора на р. Синанишка. Анализът е направен въз основа на изчисленията по отношение на: *линейния аспект* на водосбора (поредност на речната мрежа, дължина и брой на потоците, бифуркационно число и др.), *териториалния аспект* на водосбора (площ, форма на басейна, честота и гъстота на потоците и др.) и *релефа* на водосбора (хипсометрични пояси, наклони, вертикално и хоризонтално разчленение на релефа, индекс на релефа на водосбора и др.) (по Goudie 1990).

Разпределението на площите по хипсометрични пояси показва, че над 80% от площта на Синанишкия водосбор е развита в пояса 1600–2400 m (фиг. 2, табл. 2), като 44,5% са в интервала 1700–2100 m. Териториите над 2200 m н.в. заемат около ¼ от площта на басейна, което потвърждава факта, че той е развит в най-високите части на Северен Пирин.



Фиг. 2. Карта на хипсометричните пояси и речно-ерозионната мрежа
 Fig. 2. Hypsometric map and drainage network

Таблица 2
 Table 2

Разпределение на площите по хипсометрични пояси във водосбора на р. Синанишка
 Distribution of the hypsometric zones in the area of Sinanitsa river basin

Хипсометричен пояс (m)	Площ		Хипсометричен пояс (m)	Площ	
	km ²	%		km ²	%
1236–1300	0,04	0,6	1900–2000	0,76	11,5
1300–1400	0,16	2,4	2000–2100	0,69	10,4
1400–1500	0,34	5,2	2100–2200	0,61	9,2
1500–1600	0,42	6,3	2200–2300	0,69	10,4
1600–1700	0,53	8	2300–2400	0,55	8,3
1700–1800	0,75	11,3	2400–2500	0,26	3,9
1800–1900	0,75	11,3	2500–2589	0,08	1,2

Анализът на поредността на потоците в изследвания водосбор (фиг. 2, табл. 3) показва различия в броя и дължината им. Ерозионните форми от I поредност са многобройни, къси и често се вливат директно в главната река. Обикновено те се проявяват в зоните на напуканост, при неустойчивост на петрографската основа или по време на снеготопене (респ. интензивни валежи)

и имат временен или сезонен характер. Тези потоци съставляват близо 80% от общия брой притоци, докато тези от II и III поредност (табл. 3) рязко намаляват, а от IV поредност са 1,4%. Според Константинов (1986) образуването на III и IV поредност потоци във високопланинския водосбор се свързва с повишаване количеството и скоростта на оттока, а тези от I увеличават скоростта на ерозията и акумулацията на наслагите.

Таблица 3

Table 3

Брой и дължина на ерозионната мрежа от различна поредност във водосбора на р. Синанишка
Count and length of drainage network of Sinanitsa river basin

Показатели	Поредност				Общо
	I	II	III	IV	
Брой	58	12	2	1	73
Дължина (km)	18	5,46	1,33	2,94	27,73
Относителен дял (%)	79,5	16,4	2,7	1,4	100

Отношението на броя на потоците от един порядък към броя на потоците от следващия порядък се определя като бифуркационно число (Константинов 1986). Средната му стойност (R_{bm}) за водосбора на Синанишка е 3,21. Гъстотата и честотата на речната мрежа имат високи стойности, съответно 4,18 km/km² и 11,76 бр./km². Всичко това потвърждава активността на ерозионните процеси в тази част на планината. В зависимост от дължината на реката (5,26 km) и площта на речния басейн (6,63 km²) р. Синанишка се отнася към клас „много малки“ (Христова 2003).

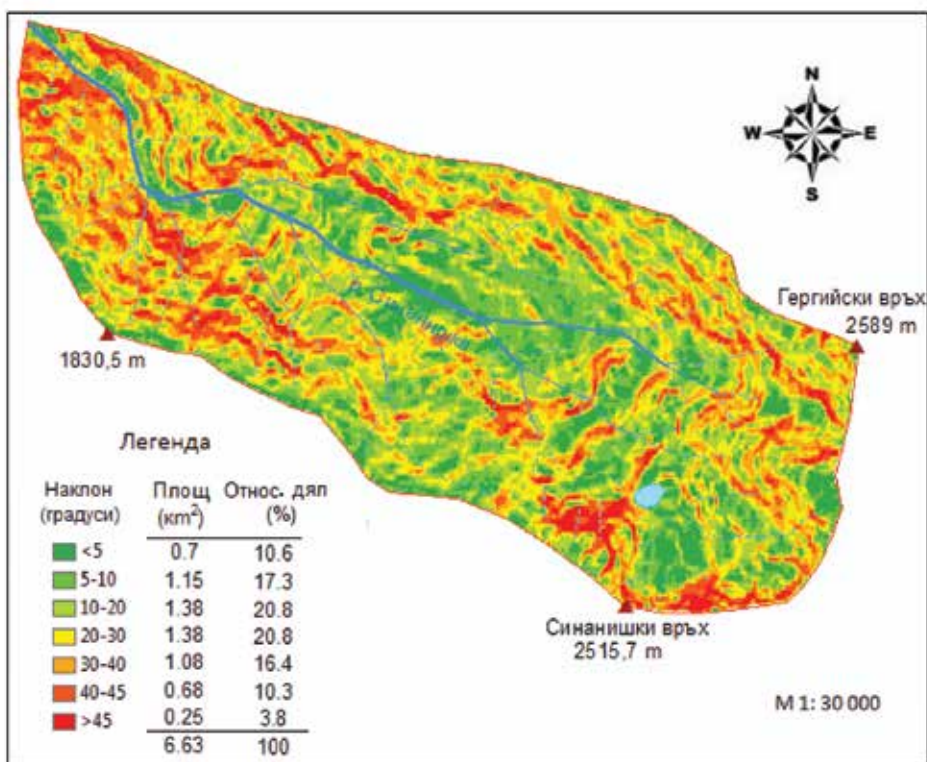
Влияние върху гореописаните стойности оказват морфоложките и литолого-тектонските особености на Синанишкия водосбор, а също така и климатичните условия. Особеностите на басейна имат комплексно влияние и върху конфигурацията на речно-ерозионната мрежа, формата (R_f) и релефа (R_h) на басейна.

Конфигурацията на речната мрежа във водосбора на р. Синанишка е от перест тип в изворната област, който се изменя в паралелен от около 2100 m н.в. в посока към устието на реката. Това изменение се дължи на различната степен на устойчивост на скалите в изследваната територия – контакт между гранити (Централнопирински плутон), мрамори (Доброостанска свита) и гнайси (Луковишка и Бачковска свита) (Маринова, Загорчев 1990), както и на и блоково-разломния строеж на Пирин планина.

Параметрите форма (R_f) и релеф (R_h) на басейна (Goudie 1990) дават допълнителна информация за морфоложкия облик на Синанишкия водосбор. Отношението между площта на басейна и неговата дължина на квадрат е израз на индекса на формата на водосбора (R_f). Колкото по-малка е стойността

на индекса ($< 0,75$), толкова формата на басейна е по-удължена. Следователно водосборът на р. Синанишка се характеризира с удължена (елипсовидна) форма – 0,29. Индексът се използва за предвиждане интензивността на оттичане на валежните количества и опасността от наводнения, т.е. колкото по-високи са стойностите на индекса, толкова по-значителен ще е водният отток при интензивни валежи/снеготопене. Индексът на релефа на басейна (R_h) (Goudie 1990) дава обобщена представа за дълбочинната разчлененост и наклоните на склоновете в даден басейн, като отразява потенциалния интензитет на ерозионните процеси. По този критерий водосборът на р. Синанишка (с индекс 0,283) е най-податлив на ерозия в сравнение с водосбора на р. Бъндерица, който е с 0,186, и надхвърля този на р. Беговица, който е 0,208. Ние свързваме това най-много с петрографското разнообразие в Синанишкия басейн.

Наклонът на склоновете има определящо значение за проявата и скоростта на протичане на флувиалните, ортогравитационните и процесите на масово движение на материала. Анализът му (фиг. 3) характеризира изследвания



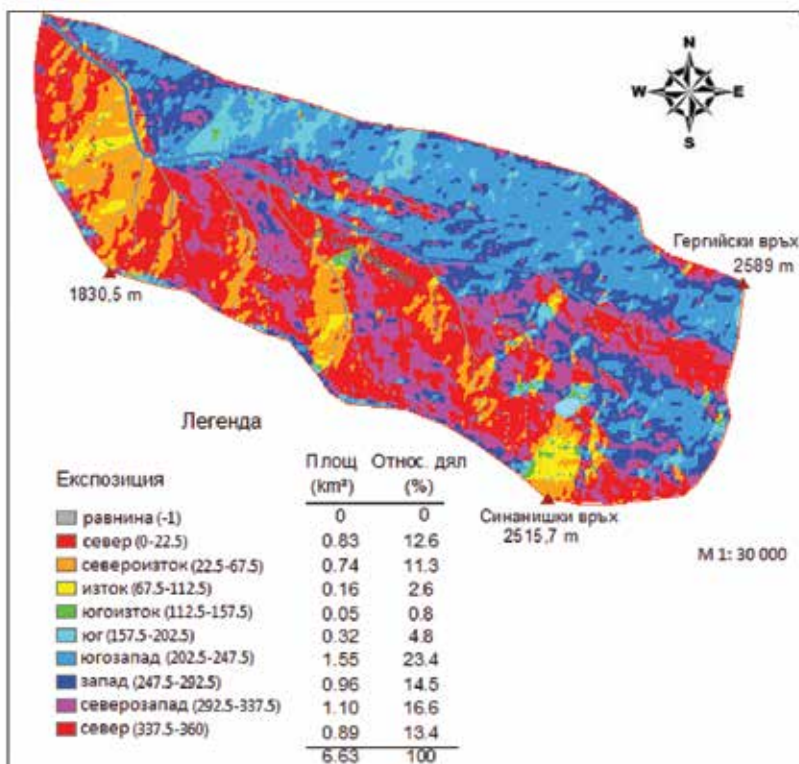
Фиг. 3. Карта на наклоните на склоновете в басейна на р. Синанишка

Fig. 3. Slope gradient map of Sinanitsa River basin

водосбор като територия със стръмни склонове, в която с най-голям относителен дял са наклоните между 5° и 40° (над 75% от цялата площ). Средният наклон за басейна е 26,8°, следователно той надхвърля средния за Пирин (20,5°). Едни от най-големите наклони се отбелязват по оградните стени на Синанишкия циркус, по билото между върховете Гергийски (2589 m) и Синаница (2515,7 m) и по двата долинни склона, особено левия (30–45°). По тези места се наблюдават срутищно-сипейни конуси и шлейфове.

По-ниски стойности на наклоните (между 10° и 20°) личат в подножията на ригела и на конфлуентните стъпала в долината (между 2200 и 2077 m), където тя повишава поредността си в III и IV; в склоновете подножия, запълнени със срутищно-сипейен материал, който намалява стойностите на наклоните, особено в циркусната чаша. В териториите с още по-ниски стойности (до 10°) на наклоните протича криип и делувиален смив. Това са най-ниските части на подножията и тези в дъното на речната долина.

Басейнът на р. Синанишка показва главна ориентираност на северозапад (фиг. 4). Експозицията на долинните склонове се отличава с две основни

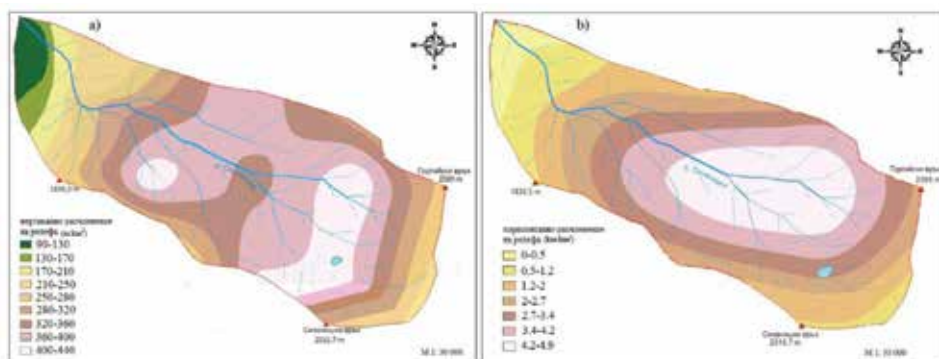


Фиг. 4. Експозиция на склоновете в басейна на р. Синанишка

Fig. 4. Hillslope aspects in Sinanitsa River basin

направления: север-северозапад, преобладаваща по левия склон (42,6%), и запад-югозапад, характеризираща десния склон (37,9%). Това изложение повтаря направлението на главното орографско било на Пирин планина (север-северозапад – юг-югоизток).

Разгледаните дотук показатели дават отражение и върху стойностите на вертикалното и хоризонталното разчленение на релефа (фиг. 5). Средната стойност на вертикалното разчленение в басейна на р. Синанишка е 330 m/km^2 (фиг. 5а), като надхвърля средната за Пирин планина (260 m/km^2). Най-голямо вертикално разчленение ($360\text{--}440 \text{ m/km}^2$) имат териториите в пояса $2000\text{--}2400 \text{ m н.в.}$, включващи изворните части на реката, района на циркуса и част от левия склон на долината. По билото между върховете Синанишки ($2515,7 \text{ m}$) и Гергийски (2589 m), както и по протежение на главната река под 1600 m н.в. стойностите варират между $210\text{--}280 \text{ m/km}^2$. Най-ниски стойности ($90\text{--}210 \text{ m/km}^2$) се отбелязват преди вливането ѝ в р. Влахинска и при местността Пещерата.



Фиг. 5. Карти на вертикалното (а) и хоризонталното (б) разчленение на релефа
 Fig. 5. Maps of vertical (a) and (b) horizontal relief segmentation

Стойностите на хоризонталното разчленение на релефа (фиг. 5б) се увеличават от периферията на водосбора към талвега на главната река и това съвпада с нарастването на поредността на потоците. Басейнът на р. Синанишка има средна стойност на този показател $2,7 \text{ km/km}^2$. Териториите с максимални стойности могат да бъдат проследени по долинното дъно ($3,4\text{--}4,9 \text{ km/km}^2$), а най-ниски стойности се отбелязват по билните заравнености и в долното течение на реката ($0,5\text{--}1,2 \text{ km/km}^2$).

Следователно басейнът на р. Синанишка, развит по северозападния макросклон на Пирин между 2589 до 1236 m е с удължена форма и силно разчленен релеф и се класифицира като „много малък“. Морфохидрографският анализ позволи сравнението му с другите ключови участъци – басейните на реките Беговица и Бъндерица. Направената характеристика показва, че Сина-

нишкият водосбор е сравним по редица параметри (макроекспозиция, форма на басейна, стойности на хоризонтално и вертикално разчленение и др.) с басейна на р. Беговица и се различава от този на р. Бъндерица. Резултатите дават възможност за описание и оценка на елементите и структурата на релефа в изследвания водосбор и допълват създадената база данни.

РЕЗУЛТАТИ

МИКРОКЛИМАТИЧЕН МОНИТОРИНГ

Анализ на температурата на почвата и въздуха

Според климатичната класификация на Алисов (1936, 1952) изследваната територия е разположена в най-южната част на умерения пояс, непосредствено до субтропичния пояс. Имайки предвид надморската височина, има основание (Топлийски 2006; Рачев, Николова 2009) изследваната територия да бъде характеризирана с планински климат на границата между умерената и континентално-средиземноморската област. От геоморфоложка гледна точка високопланинските водосбори (и този на р. Синанишка) отразяват ефектите от флукуациите и промените в климатичните елементи чрез „пространствено-времевата вариабилност на флувиалните и склоновите процеси и транспорта на седименти“ (Keiler, Knight, Harrison 2010).

Анализът на данните за температура на почвата (табл. 4) показва, че вътрешногодишния ход се характеризира с максимум през юли (12,1 °C) и август (12,0 °C) и минимум през януари (-1,4 °C). Средногодишната стойност за изследвания период е положителна (4 °C), а периодът с отрицателни температури обхваща месеците от декември до април.

Таблица 4
Table 4

Температура на почвата на 5 cm дълбочина за периода 2012-2018 г.
Soil temperature at 5 cm depth for the period 2012-2018

Почвен термометър	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средна месечна	-1,4	-1,1	-0,4	0,0	4,0	9,8	12,1	12,0	8,9	4,8	0,3	-1,2
Средна минимална	-1,5	-1,1	-0,5	-0,1	2,6	7,5	10,2	10,2	6,8	2,8	0,0	-1,4
Средна максимална	-1,4	-1,1	-0,4	0,0	6,3	12,4	14,6	14,4	11,0	5,3	0,5	-1,1
Средни от абсолютни мин.	-2,9	-1,9	-0,9	-0,1	0,0	4,2	7,7	7,4	5,3	1,1	-1,6	-2,8
Средни от абсолютни макс.	-0,8	-0,6	-0,1	0,0	12,5	15,4	20,6	16	11,9	7,2	3,1	-0,3
Среден брой дни с мин. t° под 0 °C	31	28	31	30	6	0	0	0	0	0	20	31
Среден брой дни с макс. t° под 0 °C	31	28	29	21	23	0	0	0	0	0	9	28

Вътрешногодишното разпределение на средните минимални и максимални температури на почвата съвпада с това на средните месечни стойности и

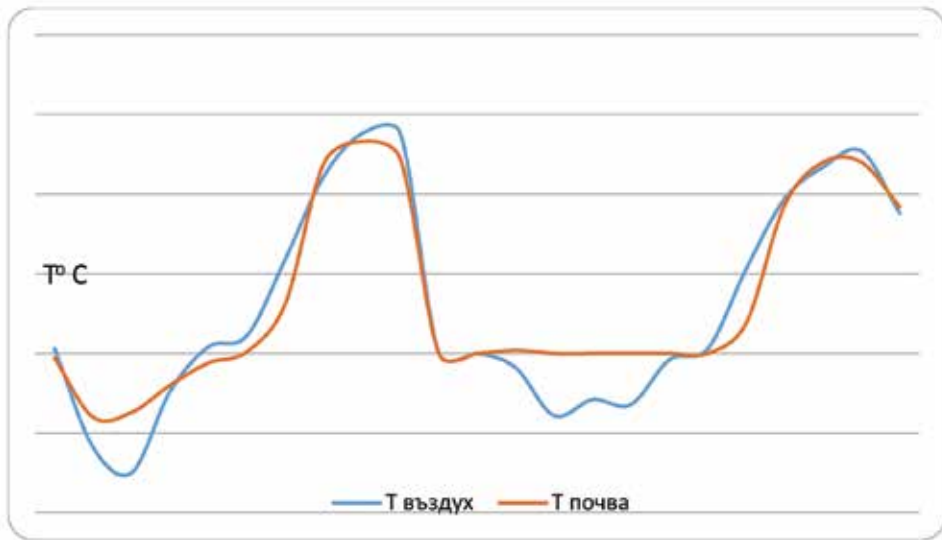
се характеризира с ясно изразен минимум през януари и максимум през юли (табл. 4). Обобщените данни за абсолютните минимални и максимални температури показват по-съществени различия през летния сезон, докато през зимния те варират от 0 °С до -2,9 °С. По-малката амплитуда през зимата се дължи на снежната покривка, която има малка топлопроводимост.

Данните за температура на почвата са основа за изчисляване на средния брой дни с минимална/максимална температура под 0 °С за съответния период на отчитане (табл. 4). Дните с мраз (минимална температура под 0 °С) се наблюдават от декември до април. Характерно за зимния сезон (декември–февруари) е големият брой дни с максимална температура на почвата под 0 °С (ледени дни) – средно за периода 28–31 дни (табл. 4). Ледени и мразови дни се установяват и през пролетните и есенните месеци и както предполагахме, техният брой е по-голям през пролетта. Това би оказвало влияние върху изветрянето и протичането на ортогравитационните процеси.

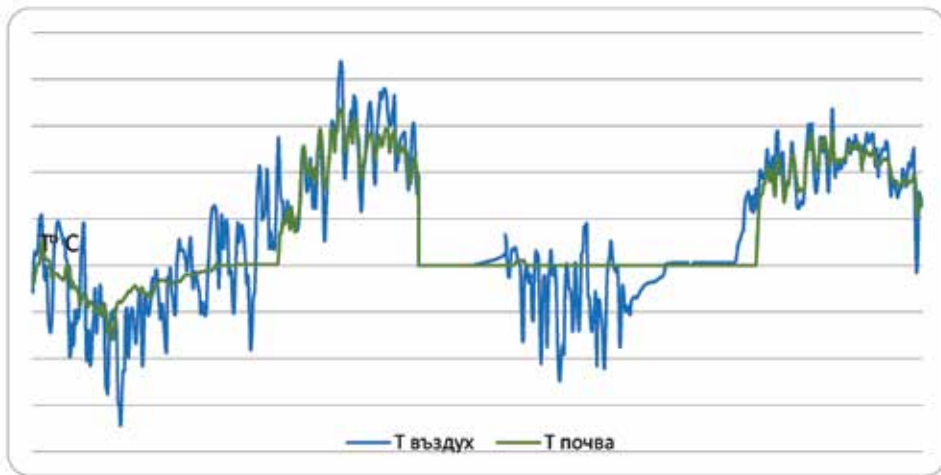
Получените данни за температура на почвата показаха, че повърхностният слой (до 5 cm дълбочина) периодично замръзва и размръзва, което е свързано с процесите на масово движение на материала (крийп, солифлукция). Основно влияние върху продължителността на мразовия и безмразовия период оказват микроекспозицията на склоновете, морфологията на прилежащия терен (циркус) и надморската височина.

От ноември 2016 г. започва измерване и на температурата на въздуха в района на Синанишкия циркус, което дава възможност да се проследи едновременно ходът на температурата на въздуха и на почвата. Средната сезонна температурата на въздуха (-3,7 °С) за зимата е по-ниска от тази на почвата (фиг. 6). Четири месеца (от декември до март) имат отрицателни средномесечни температури на въздуха. Летните стойности на двата елемента се доближават или са подобни, като през юни и юли температурата на почвата е с около 0,5 °С по-висока от тази на въздуха. Това вътрешногодишно разпределение се обяснява с влиянието на снежната покривка през зимата и по-голямата интензивност на слънчевата радиация и вертикалната неустойчивост на атмосферата през лятото.

По отношение на денонощните температури се наблюдават по-големи колебания на стойностите между отделните дни за температурата на въздуха в сравнение с температурата на почвата (фиг. 7).



Фиг. 6. Месечни стойности на температурата на въздуха и почвата
 Fig. 6. Monthly values of air and soil temperatures



Фиг. 7. Ход на средните денонощни температури на въздуха и почвата
 Fig. 7. Average daily temperatures of the air and soil

За летните месеци се установява синхронност в хода на температурата на въздуха и почвата (фиг. 7). По-значителни са колебанията между всекидневните стойности на температурата на почвата и въздуха през зимните месеци. Анализът на данните от фиг. 7 показва, че зимата на 2016–2017 г. ($-5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ на въздуха средно за зимния период и $-3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на почвата) е била по-студена от

тази през 2017–2018 г. (-3,3 °C на въздуха; 0 °C на почвата). Средните денонощни температури за периода декември–февруари (2016–2017) достигат до -17,2 °C за въздуха и -8 °C за почвата. През зимата на 2017–2018 г. средните денонощни температури на въздуха падат до -12,4 °C, а от средата на ноември 2017 г. и почти до края на май 2018 г. почвеният термометър е под сняг. Това предполага затихване на основните екзогенни процеси.

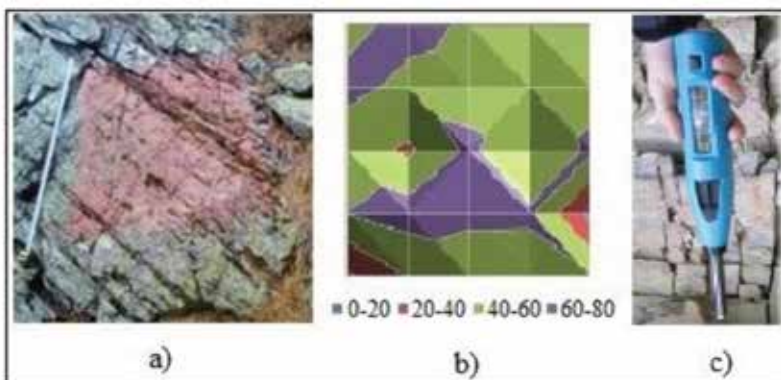
Данните за температура на почвата и въздуха демонстрират значителна синхронност през летните месеци, а през зимния период те варират в по-широки граници. Свързваме това с наличието и дебелината на снежната покривка и на периода ѝ на задържане. От ноември до април се отбелязва период с отрицателни месечни температури на въздуха. Началото на замръзването на почвата е с около месец закъснение (декември) в сравнение с това на въздуха (ноември). Като продължителност този период се колебае между средата на май и началото на юни. Това предполага активизиране на флувиалните и склоновите процеси, както и на изветрянето.

Температурният режим на почвата и въздуха е тясно свързан с хода на екзогенните процеси. Ясно изразено е убеждението, че силата и скоростта на екзогенните процеси ще са много по-малки (или те клонят към нулеви стойности) в периода ноември–април. Може обаче да се очаква епизодична, но силна интензивност, резултат от рязко покачване на температурата. Това може да активизира изветрянето и криогенния крийп. В заключение, активността на процесите би следвало да е най-голяма при прехода между студеното и топлото полугодие (март–юни).

ГЕОМОРФОЛОЖКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ Мониторинг на геоморфоложките процеси

В периода 2012–2018 г. геоморфоложките изследвания в басейна на р. Синанишка включват наблюдение и регулярно отчитане на работни площадки за изветрителни, склонови и флувиални процеси.

Участък 159 (N: 41°44'; E: 23°21'; 2181 m н.в.) представлява площадка (1 m²) (фиг. 8a) за изследване на изветрителни процеси върху гнайси от Бачковската свита. С чука на Шмид (фиг. 8c) е опробван скален откос с наклон на повърхнината 72° и С-С3 микроекспозиция. Изследването е проведено чрез 50 удара на разстояние 10–15 cm в 5 успоредни редици (фиг. 8b). Средните стойности на отскок (R) в гнайсите в басейна на Синанишка достигат до 51,5 R (Bozhkov, Stoyanova 2018), което според класификацията на Selby (1980) означава, че скалите в този участък са в групата на твърдите (50–60 R). Следователно гнайсите в изследвания участък имат висока твърдост и са устойчиви на изветряне. За период от 751 дни (между 2016–2018 г.) в посочената площадка не бяха наблюдавани изветрели и отделени се късове от откоса.



Фиг. 8. Площадка за наблюдение на изветрителни процеси (т. 159)

a – Боядисан квадрат върху скален откос;

b – Модел на устойчивост на изветряне (интерполация на стойностите на отскока *R*);

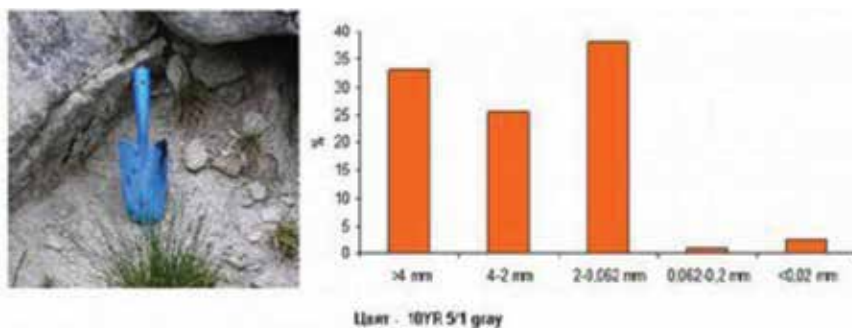
c – Чук на Шмид

Fig. 8. Test site for monitoring of weathering processes (point 159)

a – Painted square on a rocky outcrop;

b – Model of the rock strength (interpolation of the rebound values *R*); *c* – Rock Schmidt type *N*

В участък 228 (N: 41°43'; E: 23°22'; 2431 m н.в.) са опробвани елувиални наслаги, разположени над горната граница на гората в район без храстова и тревна растителност. На тази височина изветрителните процеси обхващат основните скали и неспоените наслаги (фиг. 9).



Фиг. 9. Гранулометричен анализ на наслагите от участък 228

Fig. 9. Grain-size analysis of deposits in site 228

Те образуват маломощен елувиален хоризонт с дълбочина до 30–40 cm, в който преобладават едрите късове от фракцията на чакъла и гравела, със запълнител от пясък, който заедно с глината не надхвърля 5%. Едрите късове от взетата проба са от фракцията на средния и едрия чакъл, със средни размери по трите оси 4,1/3,3/1,2 cm. Наблюдаван е и фрактолитов тип изветряне, в който се отбелязва значително присъствие на пясък. Всичките данни потвърждават преобладаване на механическото изветряне.

В местата, където се показва основна скала, процесите на изветряне оформят различни по размери и морфология твърдици. Те са скални натрупвания от едри по размери блокове, разположени върху основната скала. Могат да имат от 1–2 до 4–5 m превишение. Разположени са по циркусните венци и склоновете стъпала.

Освен твърдици се образуват и каменни морета. Те са в относително равни участъци, където разкритите основни скали са се разрушили на едри блокове, които в течение на времето изветрят *in situ*. Такива има по билата между върховете Синаница – Момин двор – Синанишка порта.

Изследванията на склонови процеси включиха ортогравитационните (сипейно-срутищни) и солифлукционните. Тези процеси са разпространени предимно над горна граница на гората (2000–2200 m). Наблюденията ни показваха, че те са активни в периода април–май, когато замръзналата вода в порите и пукнатините преминава в течно състояние, и затихват в студеното полугодие (декември–февруари).

Срутищата и сипейте водят начало си от високата част на склоновете, изградена от разкриващи се основни скали, и са резултат от изветрянето им (фиг. 10, 11). По северозападната стена на Синанишкия циркус са маркирани три ленти (фиг. 10) в улей, по който протича комбиниран склонов процес (срутищно-сипеен) (Stoyanova 2017). От горната лента (421) към долната (423) наклонът на склона е между 52° и 36°. Лентите имат следните размери: при лента 421 е 604 x 7 cm; при лента 422 е 730 x 8 cm; при лента 423 е 593 x 7 cm.



Фиг. 10. Сипейно-срутищни процеси и наслаги в циркус Синаница
Fig. 10. Slope wash processes and deposits in Sinanitsa cirque

За периода 2016–2018 г. бе установено движението на материал със следните размери и характеристики (табл. 5):

Таблица 5
Table 5

Морфоскопски анализ на придвижения материал по ленти 421, 422, 423
Coarse material analysis of the transported deposits on strips 421, 422, 423

	Лента 421	Лента 422	Лента 423
Брой късове	31	7	8
Мин. р-ри (см)	a-1,5; b-0,8; c-0,3	a-5; b-2,5; c-2,5	a-2,6; b-1,5; c-0,8
Макс. р-ри (см)	a-22; b-15; c-3,1	a-31; b-18; c-7,5	a-12; b-12; c-3
Средни р-ри (см)	a-13; b-8; c-5	a-13; b-8; c-5	a-5; b-4; c-2
Станд. откл. (см)	a-6; b-4; c-2	a-9; b-5; c-2	a-3; b-3; c-1
Петрографски състав	гранит	гранит	гранит
Огладеност	0,7	1,3	0,9
Счупен чакъл %	0	0	0
Салтация:влачене %	29:71	57:43	25:75

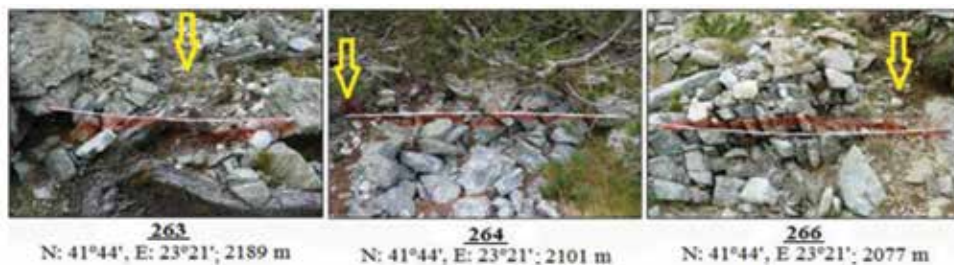
Анализът на срутищно-сипейните наслагите в улея показва, че късовете имат размери от дребен чакъл до среден блокаж (табл. 5). Всички са неогладени и формата им показва движение чрез влачене в денудационната (421) и акумулационната (423) част на улея, а в транспортната зона (422) лек превес има придвижването надолу по склона чрез салтация. Между едрите блокове се забелязват малки участъци (до 0,50 m²), в които се е образувала почва. Това ни кара да приемем, че срутищният процес е протичал едновременно със сипеен, но понастоящем и двата са в затихнал стадий.

В подножната част на циркуса всички подобни срутища и сипеи сливат конусите си и образуват непрекъснат шлейф. През пролетния сезон (април–юни) при средна температурата на въздуха около 6 °С, а на почвата около 4,5 °С в улеите текат временни потоци от I поредност.

Изнесенят общо материал в наблюдавания период от лента 421 е с размери (по трите оси) съответно 157,1/89,6/44,1 cm, а акумулираният – 80,5/52,5/31,6 cm. При лента 422 общите размери на придвижения надолу от лентата материал са 29,5/22,5/16 cm, а привнесените наслагии са с размери 63/32,5/18 cm. От лента 423 е изнесен материал с размери 26,3/23,5/9,6 cm, а акумулираните нови късове върху маркировката имат размери 9,8/5,2/2,8 cm. Тези стойности показват превес на изнесенния материал, особено в денудационната част на улея (421). Прави впечатление, че късовете, които се придвижват надолу от лента 421, имат по-малки размери, а тези, които идват от горната част, имат поне два пъти по-големи размери. При лента 422 тази тенденция се запазва, а при лента 423, маркирана в срутищно-сипейния конус, ситуацията е точно обратната – привнесенят материал е по-дребен от придвижилите се надолу от нея. Придвижените надолу по склона късове за периода 2016–2018 г. са

изминали общо 8,66 m от лента 421, от лента 422 е 0,4 m, а материалът, транспортиран от лента 423 надолу, е изминал общо 0,69 m. Високата стойност на изминатото разстояние на наслагите от лента 421 се дължи на четири къса, придвижвали се надолу по склона на 0,83–2,60 m от маркировката.

Наблюдението на склонови процеси включи и изследване в още три участъка с протичащи срутищни процеси, разположени върху ригела на Синанишкия циркус (фиг. 11). Резултатите от тях са частично публикувани до 2016 г. (Стоянова и др. 2016). В периода на снеготопене по тях се образуват ерозионни бразди, които изнасят ситнозема и съответно маркировката (фиг. 11, жълтите стрелки).



Фиг. 11. Срутищни процеси и наслаги
Fig. 11. Slope wash processes and deposits

В периода 2012–2018 г. са отчетени следните промени:

- От 854 cm² площ на лента 263 е отчетено най-голямото количество изнесен надолу по склона материал. Неговите общи размери по трите оси са 199,6/141,4/77 cm, което съставлява 2,17 m³.
- През 2016 г. бе установено пълното разрушаване на лента 263. Наблюденията бяха рестартирани с уловител за седименти. За периода 2016–2018 г. в него е постъпил материал с общо тегло 1,112 kg.
- При лента 264 не се наблюдава движение на наслаги.
- Върху площ от 785 cm² на лента 266 е регистрирана най-голямата акумулация на наслаги с общи размери 119,9/80,9/49,9 cm, т.е. 0,48 m³. Тук е отчетен и най-дългият изминат път на късовете – между 4 и 130 cm.

Морфоскопският анализ (табл. 6) на придвижените наслаги за периода на наблюдение (2012–2018) показва, че материалът от лента 263 е с размери от едър гравел до среден блокаж, включително и ситнозем. Постъпилният в уловителя материал е от фракцията едър пясък до едър гравел. Денудираният материал при лента 266 е от дребен гравел и среден блокаж. Преобладават гнайсовите късове, а от мрамор и гранит са по-малко. Всичките са неогладени и транспортирани чрез влачене.

Таблица 6

Table 6

Морфоскопски анализ на наслагите от лента и уловител в участък 263 и лента 266
Coarse material analysis from strip and sediment trap in site 263 and strip 266

	Лента 263 (за 2012–2016 г.)	Уловител 263 (за 2016–2018 г.)	Лента 266 (за 2012–2018 г.)
Брой късове	35	18	35
Мин. р-ри (см)	a-3; b-2; c-1,5	a-1,3; b-0,9; c-0,3	a-1,4; b-0,9; c-0,5
Макс. р-ри (см)	a-28; b-19,5; c-10	a-6,5; b-4,3; c-2,8	a-30; b-13,8; c-11
Средни р-ри (см)	a-12; b-8; c-4	a-3; b-2; c-1	a-9; b-6; c-3
Станд. откл. (см)	a-6; b-4; c-2	a-1; b-1; c-1	a-6; b-3; c-2
Петрографски състав	гранит, мрамор, гнайс	гнайс, мрамор, гранит	гнайс
Огладеност	0,8	1,1	1,3
Счупен чакъл %	0	0	0
Салтация: влачене %	37:63	44:56	43:57

В горната част на Синаншкия ригел (2242 m н.в.) върху склон с наклон 28° е изградена площадка за наблюдение на солифлукция (табл. 7).

Таблица 7

Table 7

Промени в движението на солифлукционни наслагии при ригела на Синаница
Movement changes of solifluction deposits in Sinanitsa roche moutonnée

Период на отчитане	Репер 1 (горен)		Репер 2 (долен)	
	Нагоре/cm	Надолу/cm	Нагоре/cm	Надолу/cm
14.08.2014 – 18.07.2015	0,6д	1,1д	0,4д	0,5д
18.07.2015 – 03.07.2016	1,2а	1а	0,7а	0,4а
03.07.2016 – 30.09.2016	0,6а	0,1д	–	–
30.09.2016 – 13.08.2017	0,4а	0,4а	1а	0,4д

*а – акумулация / д – денудация / (–) няма промени

Наблюденията за периода 2014–2015 г. показват преобладаване на денудация (0,00769 cm/338 дни), а през 2015–2016 г. акумулацията (0,00888 cm/439 дни). През 2016–2017 г. акумулацията продължава да е преобладаващ процес (0,00567 cm/317 дни), като само в долната част на репер 2 се забелязва слабо изнасяне на материал.

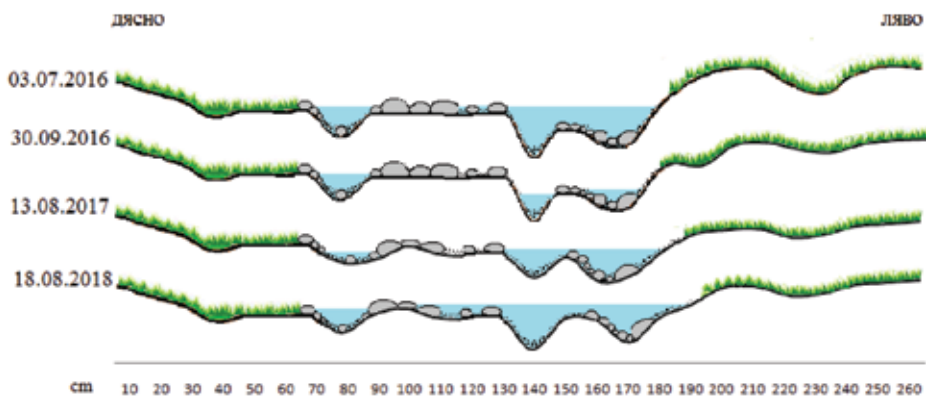
Солифлукционните наслагии имат различен механичен състав и размери от срутишно-сипейните. Те образуват 2 хоризонта с различно участие на фракциите (табл. 8):

Разпределение на солифлуекционните наслаги
Distribution of solifluction deposits

Дълбочина (cm)	20–10 mm	10–2 mm	2–0,1 mm	0,1–0,02 mm
0–20	5,65	9,20	23,5	59,8
20–52	12,48	13,95	27,3	46,3

Флувиалните процеси и наслаги са описани и изследвани в 5 участъка (267, 424, 425, 426, 427) за периода 2016–2018 г. Регистрирани са флукутации на речното легло (фиг. 13–17) в потоци от II и III поредност.

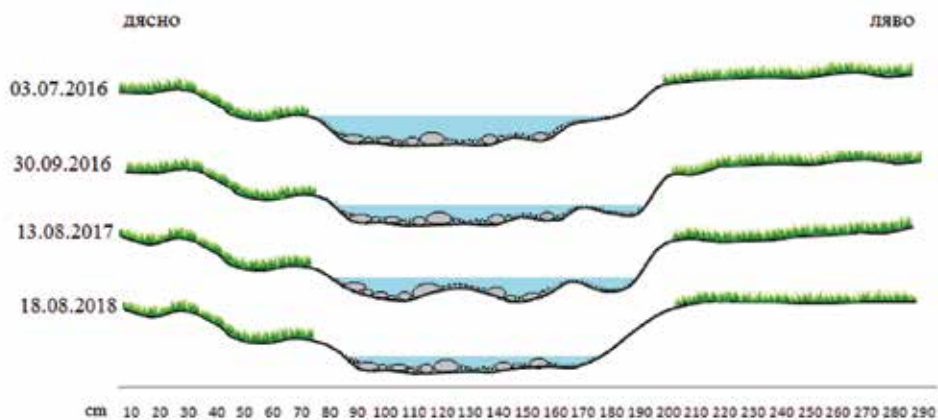
Участъци 267 (41°44'; 23°21'; 2055 m н. в.) и 424 (41°44'; 23°21'; 2066 m н. в.) характеризират поток от II поредност. Измерванията са в рамките на 20 m от течението на потока, като т. 424 е в горната, а т. 267 е в долната част. По-големи промени са отбелязани в долната част, където широчината на лявата заливна тераса е намалела с 32 cm, а височината ѝ се е увеличила с 9 cm при статично положение на дясната заливна тераса. В руслото се наблюдава слабо преудълбаване и преразпределение на едрия материал в него, като разликата в широчината на потока от първото и последното измерване е 21 cm (фиг. 12).



Фиг. 12. Напречен профил в участък 267

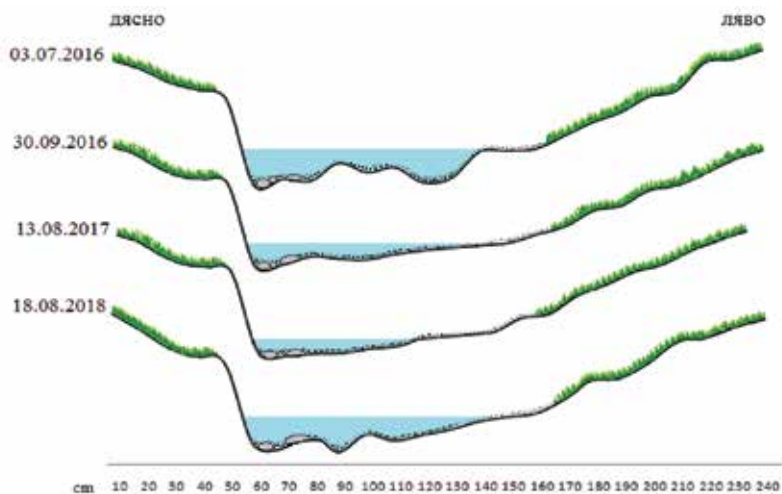
Fig. 12. Cross-section in site 267

В по-високата част (профил 424, фиг. 13) личи по-голяма дълбочинна ерозия в лявата заливна тераса. В резултат на това потокът е със 7 cm по-широк между първото и второто измерване и с 15 cm по-тесен между третото и последното отчитане.



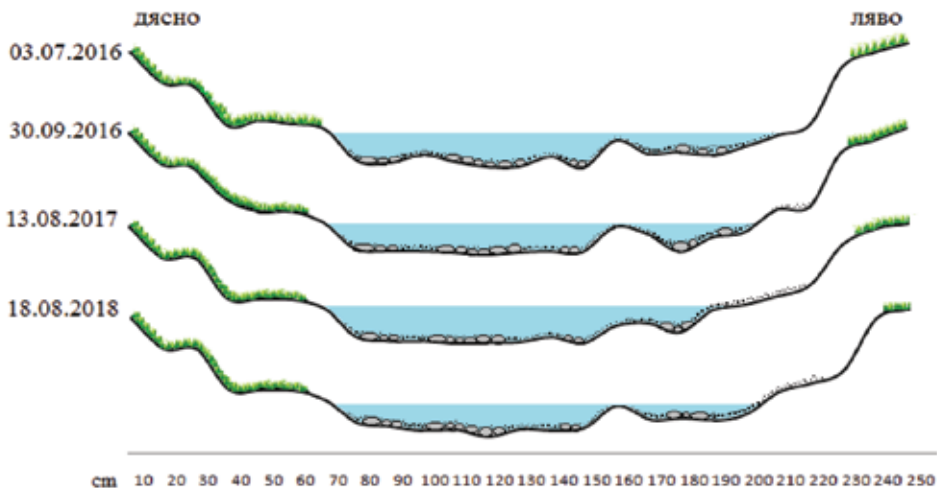
Фиг. 13. Напречен профил в участък 424
 Fig. 13. Cross-section in site 424

Участъци 425 (41°44'; 23°21'; 2055 m н. в.) и 426 (41°44'; 23°21'; 2046 m н.в.) са изградени по същия начин като предишните (425 е по-високият, 426 е по-ниският) на поток от II поредност (фиг. 14 и 15).



Фиг. 14. Напречен профил в участък 425
 Fig. 14. Cross-section in site 425

Промените в левите заливни тераси на двата участъка са видими, а тези вдясно остават стабилни за наблюдавания период 2016–2018 г.



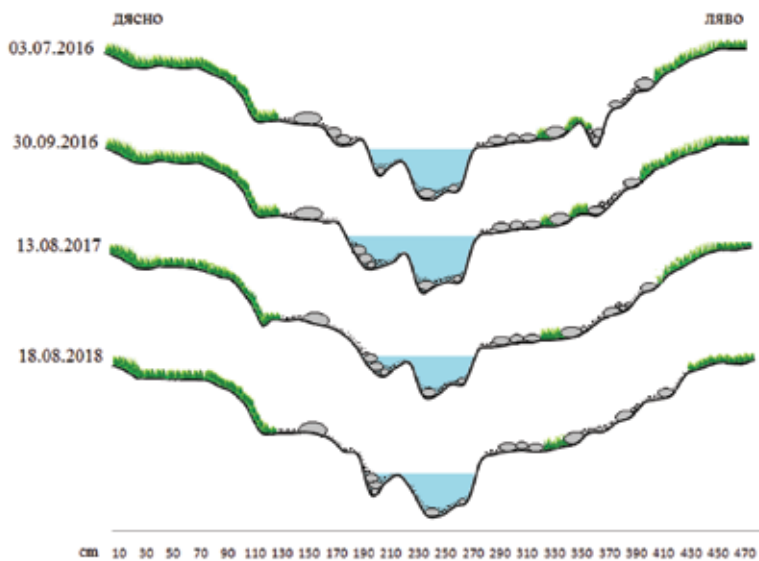
Фиг. 15. Напречен профил в участък 426
 Fig. 15. Cross-section in site 426

И в двата участъка се регистрира навълняване по склоновете, акумулация в руслото и последващо изнасяне на наслаги, съпроводено с разширяване на речния канал. В т. 425 то е с 6 cm. Същата причина, но с обратен ефект в т. 426, е довела до 16 cm намаляване на широчината на руслото между първото и последно отчитане.

Измерванията в участък 427 (41°44'; 23°21'; 2020 m н.в.) са на поток от III поредност. Той е образуван от сливането на гореописаните два потока от II ранг (267, 424 и 425, 426) (фиг. 16). В тази част се наблюдават по-големи промени:

- Широчината на руслото варира между 3 и 8 cm при различните измервания.
- Всичането достига до 124 cm при наклон на заливните тераси между 20–30°.

В тези локални условия наблюдаваме активно ерозиране на блокаж, чакъл и ситнозем по лявата заливна тераса. Вдясно се отлагат в руслото крийп наслаги, които нахълмяват основата на терасата и разкъсват чима. Изнасянето на материал по двете тераси не променя толкова тяхната височина, колкото широчината им. За наблюдавания период широчината на дясната заливна тераса е редуцирана с 20 cm, а тази на лявата – с 13 cm.



Фиг. 16. Напречен профил в участък 427
Fig. 16. Cross-section in site 427

Изследванията показват, че в периода 2016-2018 г. най-големи са промените в участъци 267, 426 от II поредност и 427 от III поредност. Анализираниите руслови проби (табл. 9) показваха, че и в трите потока преобладава дребният чакъл.

Таблица 9
Table 9

Морфоскопски анализ на руслови проби от участъци 267, 425, 427
Coarse material analysis of alluvial deposits at sites 267, 425, 427

	Участък 267 (II поредност)	Участък 425 (II поредност)	Участък 427 (III поредност)
Брой късове	30	35	38
Мин. р-ри (cm)	a-1,9; b-1,8; c-1,1	a-1,3; b-1; c-0,4	a-1,9; b-1,1; c-0,5
Макс. р-ри (cm)	a-6,8; b-3,1; c-1,2	a-5,4; b-4,7; c-3,1	a-7,5; b-4,5; c-3,6
Средни р-ри (cm)	a-1,4; b-0,7; c-0,4	a-4; b-3; c-2	a-4; b-3; c-2
Станд. откл. (cm)	a-1,2; b-0,7; c-0,3	a-1; b-1; c-1	a-1; b-1; c-1
Петрографски състав	гранит	гранит	гранит
Огладеност	1,7	2,3	2,7
Счупен чакъл %	7	31	32
Салтация:влачене %	60:40	43:57	53:47

Разлики се установяват в степента на огладеност и начина на транспорт, които разкриват по-незаоблен и пренасян чрез салтация материал в потоците

от II поредност в сравнение с потока от по-висок ранг. Това потвърждава правилото, че с повишаване поредността на потока се повишава и огладеността на наслагите.

Гранулометричният анализ на пробите (табл. 10) регистрира наличието на запълнител от гравел и пясък (размер на фракциите между 10–0,1 mm) с включения от чакъл. Пробите се характеризират като двуфракционни (425, 427) и смесенофракционни (267), съответно с умерена и лоша сортировка на материала.

Таблица 10
Table 10

Гранулометричен анализ на руслови проби от участъци 267, 425, 427
Grain-size analysis of alluvial deposits at sites 267, 425, 427

Участък	20–10 mm	10–2 mm	2–0,1 mm	0,1–0,02 mm
267	16,48	56,86	25,3	1,3
425	1,13	35,61	59,1	4,2
427	0	54,39	43,4	2,2

*Цвят: 2,5Y 6/3 light yellowish brown

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статията характеризира климатичните и геоморфоложки особености в басейна на р. Синанишка, който е един от ключовите участъци, в които авторският колектив от катедра „Климатология, хидрология и геоморфология“ извършва изследвания от 2012 г.

Басейнът на р. Синанишка е развит по северозападния макросклон на Пирин между 1236 и 2589 m. Морфометричните му данни го определят като „много малък“ (по класификацията на Христова, 2003 г.), с удължена форма и силно разчленен релеф. Извършеният анализ показва, че с това той е сравним по редица параметри с водосбора на р. Беговица и по същите се различава от този на р. Бъндерица.

В басейна никога не са се водели метеорологични наблюдения и поради това получените данни за температурата на въздуха и почвата се явяват засега единствени. Те характеризират особеностите по северозападния макросклон на планината. Направеният анализ за хода и режима на температурата на въздуха показва типичен планински климат. Средната температура за изследвания период е 3,7 °С. Тя е по-близка до отчетената за същия период в циркуса Голям Казан (3,3 °С) и по-ниска от тази в Беговишкия циркус (4,9 °С) (Рачев и др. 2016; Кренчев и др. 2019).

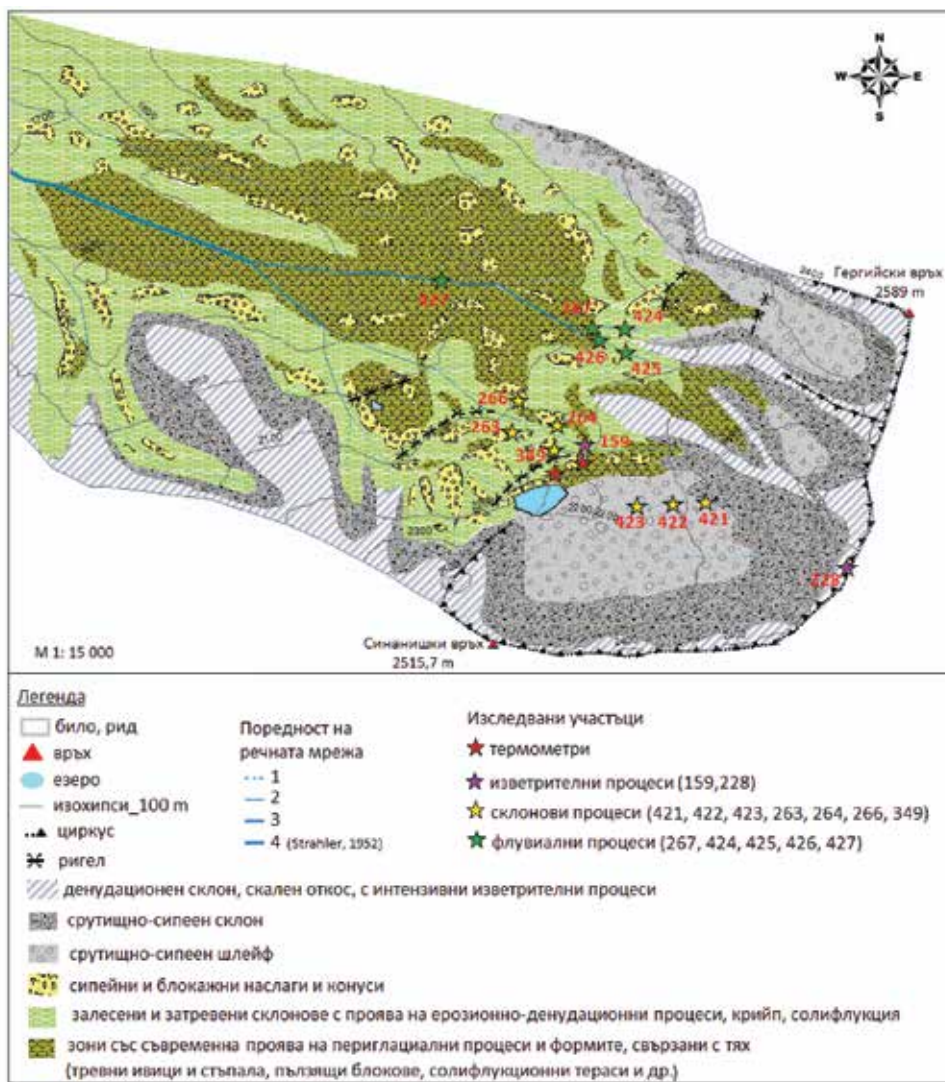
Температурата на почвата е в синхрон с тази на въздуха. Средните месечни данни показват разлики в стойностите на двата елемента, които варират

между 0,3–0,8 десети от градуса в месеците юни–септември. През ноември–април колебанията са в по-широки граници. Тогава температурата на въздуха е до 3,9 °C по-ниска от тази на почвата.

Ходът и режимът на анализираниите два климатични елемента обуславят този на изветрянето, на склоновите и флувиалните процеси. Анализът на изветрянето показва, че по-голяма устойчивост имат скалите от гнайс (средно 51,5 R), по-малка тези от гранити, а мраморите са силно податливи (Bozhkov, Stoyanova 2018). Изветрянето образува твърдици и каменни морета, разпространени най-много по билната повърхнина и по-малко по склоновите стъпала. Елувиалните наслаги се характеризират с разнообразен механичен състав и лоша сортировка. Образованата изветрителна кора в най-високите билни части е от фрактолитов тип.

Ортогравитационните процеси преобладават над горната граница на гората, а тези на масовото движение на материала (крип и солифлукция) се разкриват и в горския пояс (фиг. 17). Участъците за наблюдение на срутично-сипейни процеси (6 бр.) имат обща площ 3,25 m². От нея се е отделил и придвижил чрез свободно падане и влачене материал с общи размери 534,4/350,3/194,1 cm, или това са около 36 m³ за периода 2012–2018 г. За същото време придвижените късове от лентите са изминали между 3 и 866 cm. Солифлукцията има значително по-ниски скорости, които достигат 0,002 cm за процесите на акумулация и 0,009 cm за денудация, усреднени за периода 2014–2017 г. (общо 1094 дни). Активността на процесите е изразена през пролетните месеци април–май, когато се топи снегът и валежните количества се повишават. Тези процеси затихват в студеното полугодие (декември–февруари) и лятото (юли–септември).

Срутищата (фиг. 17) движат едър материал със средни размери по трите оси 32/18/8 cm. Формите, образувани от срутища и сипеи, са откоси в най-високите части на басейна и улеи, по които се движи материалът. В подножието на циркуса е образуван шлейф от сливането на отделните конуси, като често късовете надхвърлят 1 m³. В ниските части размерите на срутищата и сипеите са по-малки и често отсъства откосът и/или улеят за движение.



Фиг. 17. Геоморфоложка скица на изследвания район
Fig. 17. Geomorphological sketch of the study area

Солифлукцията (и криепът също) не образува големи форми. Това са терасни площадки, чиято площ рядко надхвърля 1–2 m², а откосите между тях разкъсват чимовата покривка при наклон от 28°. Наслагите са разнообразни, показват 2 хоризонта, като горният е от фини фракции, а в долния количеството на едрите е по-голямо. Екипът ще продължи изследванията върху процесите на масово движение на наслагите, защото засега не са изведени ясни критерии за разграничаване на криепа от солифлукцията.

Флувиалните процеси също се характеризират със сезонна и годишна динамика, резултат от ерозията (латерална и дълбочинна) и акумулацията. Най-големи промени се отбелязват при ниските поредности на потоците (I и II). За периода на наблюдение 2016–2018 г. страничната ерозия в потоците от II поредност варира между 6 и 32 cm, а акумулацията на материал в речните канали е около 15 cm. Във високите части на долинните склонове са образувани ембрионални форми – бразди, ровини и оврази. В редица случаи те имат слабо развитата заливна тераса. Наслагите в тях не носят типичните белези на алувий, въпреки че потоците са постояннотечащи. В руслата се транспортира склонов материал. Постепенното му превръщане в алувиален е на границата между II и III поредност, където се увеличава заоблеността и формата дава индикация за начина на транспорт.

В течение на една година се отбелязва заместването на един процес с друг. Основната причина затова е климатът и съответно – промяната във влажността на наслагите. Например през летния сезон по срутищните улеи се движат потоци от I поредност, които при извалявания или бързо топене на снега могат да бъдат във вид на микроселеви потоци. Предполагаме такова заместване и между крийпа и солифлукцията, както и между ерозията и акумулацията.

И в тази част на планината микроклиматичните и геоморфоложките наблюдения позволиха отделянето на три периода на активност на екзогенните процеси: студено полугодие (декември–февруари), топло полугодие (юли–септември) и преход между двете полугодия. Високата скорост на екзогенните процеси свързваме с промените в температурата, влажността на почвата и валежите. Поради това смятаме, че периодът (април–юни) се явява най-динамичен за средата. Тази времева характеристика беше установена и за други територии (Рачев и др. 2017 и др.), но се отнася и до територията на Синанишкия водосбор.

ЛИТЕРАТУРА

- Вапцаров, И., Р. Маринова, Л. Филипов. 1995. Методически изисквания за провеждане на геоморфоложко картиране в М 1:50 000 и съпътстващото ги търсене на полезни изкопаеми. С.
- Константинов, Х. 1986. Ръководство за практически занятия по геоморфология. С.
- Маринова, Р., И. Загорчев. 1990. Геоложка карта на България в М 1:100 000, к.л. Разлог, Комитет по Геология, ППГК.
- Рачев, Г., Н. Николова. 2009. Климатът на България. – *Год. на СУ, ГГФ*, кн. 2 – География, т. 101, 17–29.
- Топлийски, Д. 2006. Климатът на България. С.: Амстелс, 360 с.
- Рачев, Г., Р. Кендерова, Н. Николова и др. 2017. Резултати от метеорологични, хидроложки и геоморфоложки наблюдения във водосбора на река Беговица за периода 2012–2015 г. – *Год. на СУ, ГГФ*, кн. 2 – География, т. 109, 17–33.

- Христова, Н. 2003. Класификация на реките в България по дължина и водосборна площ. – *Год. на СУ, ГГФ*, кн. 2 – География, т. 93, 167–196.
- Алисов, Б. П. 1936. Географические типы климатов. – *Метеорология и гидрология*, № 6
- Алисов, Б. П., О. А. Дрздов, Е. Рубинштейн. 1952. Курс климатологии. Часть 1, 2. Гидрометеорологическое издательство.
- Толстых, Е., А. Клюкин. 1984. Методика измерения количественных параметров экзогенных геологических процессов. М.: Недра.
- Beylich, A. A., J. Warburton. 2007. Analysis of Source-to-Sink-Fluxes and Sediment Budgets in Changing High-Latitude and High-Altitude Cold Environment: SEDIFLUX Manual, Geological Survey of Norway, 158 p.
- Beylich, A. A. 2008. Mass transfers, sediment budgets and relief development in the Latnja-vagge catchment, Arctic-oceanic Swedish Lapland. – *Zeitschrift für Geomorphologie*, 52. Supplementary Issue, 149–197.
- Bozhkov, P., S. Stoyanova. 2018. Investigation of physical weathering in Pirin Mt. using Schmidt Hammer. – *Списание на БГД*, год. 79, кн. 3, 111–112.
- Goudie, A. 1990. *Geomorphological Techniques*. 2nd ed. New York, 709 p.
- Goodie, A. S. 2006. The Schmidt Hammer in geomorphological research. – *Progress in Physical Geography* 30, 6, 703–718.
- Pettijohn, F. J., P. E. Potter, R. Siever. 1972. *Sand and sandstone*. Berlin: Springer.
- Pettijohn, F. J., P. E. Potter, R. Siever. 1987. *Sand and sandstone*. New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Placek, A., P. Migoń. 2007. Rock-landform relationships in the Sudetes in the light of rock strength assessment using the Schmidt hammer. *Geomorphological Variations*. Prague: Nakladatelství P3K, 287–311.
- Selby, M. J. 1980. A rock mass strength classification for geomorphic purposes. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.* 24, 31–51.
- Stoyanova, S., D. Krenchev, R. Kenderova. 2016. Fluvial processes and sediment dynamics of the slope-channel system in Sinanitsa valley, the Pirin Mountains, Southwestern Bulgaria. – In: Proceedings of the 10th I.A.G./A.I.G. Working group SEDIBUD Workshop, 7–10 September, Bansko, Bulgaria, p. 16.
- Stoyanova, S., R. Kenderova, A. Baltakova. 2016. Slope processes and deposits in Sinanitsa key site, North-western Pirin. – In: Proceeding book Bulgarian Geological Society, National conference with international participation, 7–8 December, Sofia, Bulgaria, 139–140.
- Stoyanova, S. 2017. Preliminary results from fluvio-morphological and slope wash studies in the headwater of Sinanitsa River, the Pirin Mountains, Southwestern Bulgaria. – In: Proceedings of the 11th I.A.G./A.I.G. SEDIBUD Workshop – Bar, Romania, September 5–8, p. 30.
- Viles, H., A. Goudie, S. Grab et al. 2011. The use of the Schmidt Hammer and Equotip for rock hardness assessment in geomorphology and heritage science: a comparative analysis. – *Earth Surf. Process. Landforms*, 36, 320–333.

SUMMARY
MICROCLIMATIC AND GEOMORPHOLOGICAL STUDIES IN SINANITSA RIVER
BASIN FOR THE PERIOD 2012–2018

The following publication considers results from ongoing environmental studies in high-altitude cold environment. The area of interest – Sinanitsa River Basin, is located at the North-West slope of Pirin Mountains. The watershed encompasses territory of 6,63 km² between 1236 and 2589 m above sea level. Geomorphological and microclimatic investigation are made since 2012. Collected data is presented in order to clarified the environmental condition in this part of the Pirin Mountains.

Sixteen key sites are selected in order to characterize and inspect specific geomorphological processes – weathering, screes/talus, rock falls, solifluction, fluvial erosion etc. Each key site represents different terrain characteristics (elevation, slope, aspect, dominating petrography). Samples from different types of deposits are taken and analyzed using sedimentological methods. Microclimatic data (air and soil temperatures) is obtained using automated thermal loggers with the purpose of understanding seasonal rates of denudation and sediments redeposition.

Up to this moment, no meteorological observations have been made in the Sinanitsa River Basin. Therefore, collected information about air and soil temperature is the only available dataset. It characterizes climate of northwestern slopes of Pirin Mountains. Analyses of the microclimatic data showed indications of seasonal freezing of top soil horizon (0–5 cm depth) due to absence of snow cover, its shallow depth and retention period. Previous study (Rachev et al. 2017) showed presence of 3 periods in the activity of geomorphological processes in Pirin Mountains – cold (from December to February), warm period (from July to September) and transition period. The data from Sinanitsa Basin further support that claim. The highest velocities of denudation and accumulation are estimated in the transition interval between cold and warm period. Movements of slope materials are related with changes in soil temperature, moisture and the amount of rainfall.

Weathering and rock falls are dominant processes above the tree line (2000–2200 m a. s. l.). Block fields, tors and eluvial deposits are formed due to frost weathering. Talus cones in Sinanitsa cirque are active from April to May as a result of snow melting and rainfalls. Solifluction is related with freeze-thaw activity of slope deposits and the angle of the slope itself. The average rate of solifluction for the period 2012–2018 in the area of interest varies from 0,002 up to 0,009 cm. Further efforts will be focused on mass movement processes and landforms in order to clearly differentiate creep from solifluction in high mountain environments. Fluvial processes cause annual changes in river bed and flood-plains due to incision and accumulation. These changes are measured by creating cross-section profiles in several key sites multiple times in the year. Significant differences between two consecutive measurements are observed in streams with no tributaries or at least a single tributary. Lateral erosion for the period 2016–2018 varies between 6 and 32 cm, whereas fluvial accumulation reaches 15 cm. However, more data is required in order to understand the intraseasonal rates of erosion and accumulation.

Постъпила април 2019 г.