

UDC 556.048

## **Experience of Expeditionary Study of Rainwater Runoff Genesis in the Mzymta River Basin**

Nikolai A. Bityukov

Sochi State University, Russia  
26 a, Sovetskaya street, Sochi city, 354000  
Dr. (Biology), Professor  
E-mail: nikbit@mail.ru

**Abstract.** Rainwater runoff design in mountain conditions is topical due to intensive development of mountain slopes for the recreational purposes. The technique of slope runoff study by means of overhead irrigation of small sites is useless due to the rainwater overflow and distortion of test results. The article presents the results of rainwater runoff genesis study by overhead irrigation of the big sites of mountain slopes, used for different economic purposes, which is much closer to the real flood conditions in the basin of Mzymta River.

**Keywords:** soil cover; slope runoff; runoff experimental research; mountain slopes of Northwestern Caucasus; basin of Mzymta River.

**Введение.** Главной достопримечательностью города Сочи является жемчужина курорта - поселок Красная Поляна. Этот район – уникальный российский курорт на Западном Кавказе, расположенный у подножия вершин Главного Кавказского хребта, на высоте 550 метров над уровнем моря, окруженный горами высотой от 2000 до 3000 метров. Курорт находится в 40 км от аэропорта Адлер и в 70 км от центра Сочи. Природные достоинства этого региона способствуют созданию лучшего российского горного курорта с горнолыжными комплексами и отелями, отвечающими международным стандартам. Зима здесь солнечная и снежная. Температура воздуха в зимний период колеблется: ночью от -5 до -12 °С; днем от 0 до +5°C. Устойчивый снежный покров на склонах гор образуется со второй половины ноября и держится до начала июня. Высота снежного покрова в самом поселке Красная Поляна в среднем достигает 1-1,5 метра, а на склонах гор – 3–7 метров, а средняя температура воздуха составляет 24–28 °С.

Выполнена количественная оценка хозяйственного и рекреационного воздействия на природные комплексы. В качестве наиболее информативных показателей приняты: крутизна склона, виды и способы рубок, их интенсивность и технологии, динамика состава и запаса насаждений, повреждения почвы и ее снос за пределы лесосек, категория повреждения поверхности, стадии рекреационной дигрессии насаждений, виды и интенсивность рекреационного пользования. Крутизна склонов сгруппирована в диапазонах 0–10°; 11–20°; 21–30°. Повреждения почвы учитываются в % от общей площади участка, с которым связаны изменения коэффициента поверхностного стока. Данные учета состояния основных компонентов биогеоценоза на каждом участке собраны по стандартным лесоводственным методикам. При этом учитывались все основные компоненты лесного биогеоценоза: древостой (диаметр, высота, состояние, класс Крафта, наличие и особенности механических повреждений), подрост (количество, высота, состояние, возраст), подлесок (количество, высота, состояние), травостой (процент проективного покрытия, видовой состав), подстилка (толщина), почва (плотность, объемный вес, влажность).

Наблюдения над склоновым стоком как одним из интегральных показателей состояния экосистем, проводились на лесогидрологическом стационаре «Аибга», расположенном в буковой зоне горных лесов бассейна реки Мзымта. Разнообразие условий стока и склонов, различных по крутизне, по характеру лесной растительности, по геологическим условиям, почвенному покрову, по способам и технологии рубок и с/х пользованию потребовало дополнить наблюдения на стационаре циклом экспериментальных исследований. Район экспедиционных работ входит в среднегорную часть Большого Сочи и включает кварталы 34, 45, 47 и 56 Кепшинского лесничества Сочинского Национального Парка (бассейн р.Чвежиipse) и земли плодово-пчеловодческого хозяйства у пос.Красная Поляна (бассейн р.Бешенки) [1].

Рельеф бассейна р.Мзымты чрезвычайно сложен. Он образован рядом более или менее параллельных хребтов, следующих с северо-запада на юго-восток. Южнее Главного Кавказского хребта проходит горный массив Аибга – Турьи горы – Ачишхо – Чура с вершинами свыше 2000 м над ур.м. Ближе к морю проходят хребты Дзыхра – Ахцу – Алек. Между хребтами имеются понижения - депрессии. Хребты, образованные тектоническими разломами, сложены преимущественно более твердыми породами, а депрессии – менее плотными, сильно подверженными размыву. В хребтах, сложенных вулканогенными породами, кремнистыми песчаниками, известняками, реки пробили узкие каньонообразные ущелья (например – р. Мзымта в ущелье Ахцу). В районах залегания глинистых сланцев образуются более отлогие элементы рельефа с более широкими долинами рек.

В горных условиях крутизна и экспозиция склонов являются одними из ведущих факторов почвообразования. Помимо материнских пород, рельефа и климата, на почвообразовательные процессы большое влияние оказывает древесно-кустарниковая растительность. В связи с этим рассматриваемый район характеризуется значительной пестротой почвенного покрова. Наиболее распространены бурые лесные почвы, которые приурочены к склонам различных экспозиций и крутизн, но чаще встречаются на средних и нижних частях склонов. Склоны узких, заросших лесом, влажных балок заняты исключительно бурыми лесными почвами. Формируются они на карбонатных и слабо карбонатных глинистых сланцах и мелкозернистых песчаниках. Преобладают среднemosные почвы (50–70 см), реже встречаются маломощные, еще реже – мощные. Буроземы – довольно рыхлые глинистые, реже суглинистые и супесчаные. Они достаточно хорошо обеспечены перегноем. По структуре они большей частью средне-комковатые, хорошо аэрируемые и проницаемые для воды. Верхние гумусовые горизонты обладают высокой водопрочностью агрегатов. Реакция – слабокислая, с глубиной постепенно переходит в нейтральную или слабощелочную (при карбонатных почвообразующих породах), либо остается без изменения (при бескарбонатных породах). По механическому составу в бурых почвах преобладает иловатая фракция, довольно много мелко-пылеватых частиц.

Маломощные почвы крутых склонов встречаются небольшой площадью на обрывистых склонах под изреженной растительностью. Обычно формируются в комплексе с обнажениями горных пород. Характеризуются мощностью 20–30 см, сильной скелетностью и повышенной сухостью профиля.

Обнажения и осыпи – приурочены к обрывистым нижним частям склонов. Представлены чередующимися пластами мелкозернистого карбонатного или железненного песчаника с мергелистыми или глинистыми сланцами.

По лесорастительному районированию бассейн р.Мзымты относится к Сочи-Адлерскому району буково-каштановых лесов колхидского типа. Вертикальная зональность делит весь район на ряд поясов: нижнегорный пояс дубово-грабовых лесов – от моря до 400 м над ур.м.; среднегорный пояс буково-каштановых лесов – от 400 до 800–900 м над ур.м.; верхнегорный пояс буковых и пихтовых лесов – от 900 до 1800–1900 м над ур.м. [1]

Основными лесообразующими породами являются бук, дуб, каштан, пихта, граб, ольха. Значительно реже встречаются ясень, осина, самшит, клен, ильм, тополь. В лесу много также плодовых, ягодных и орехоплодных деревьев и кустарников. Наибольшее распространение имеют древостой с преобладанием бука (54,5%), второе место принадлежит пихтарникам (16,1%), затем идут каштанники (10,6%), дубравы (8,7%) и грабинники (4,7%).

Годовое количество осадков весьма значительно (1700–1900 мм). В течение года осадки распределяются достаточно равномерно – 47% годовой суммы приходится на холодный период, остальные 53% на весну и лето. В силу того, что ливневые осадки в районе Большого Сочи имеют обычно большие интенсивности, а количество их за ливень достигает иногда 120–130 мм, возникает потенциальная опасность эрозионных процессов на крутых и очень крутых склонах гор. В свете этого приобретает особо важное для курорта значение изучение водоохранной и почвозащитной роли горных лесов.

#### **Материалы и методы проведения экспериментальных работ.**

Трудности создания надежной боковой изоляции при глубоком залегании водоупора или при грунтах, насыщенных крупнообломочным материалом и подстеленных

трещиноватой скалой, а также преобладание больших уклонов заставили **отказаться от применения малой дождевальной установки**, требующей изоляции площадки до водопора. На горных склонах оказалось пригодным **дождевание больших участков** без боковой изоляции. При этом опыт предыдущих исследований показал возможность устройства нескольких вариантов экспериментальных площадок [2–6]:

- Площадка включает в себя всю ширину небольшого естественного водосбора до водоразделов, при обязательном условии, чтобы поверхностному водоразделу соответствовали водоразделы подстилающего слоя.

- Площадка располагается на участке склона, сходящемся амфитеатром к месту выхода грунтовых вод (ключ, заболоченность и т.п.).

- Площадка устраивается на склоне, прилегающем к естественному ручью, который перехватывает контактную воду.

- Площадка располагается выше обнажения, причем ход бокового растекания регистрируется на этом обнажении или в смотровых колодцах.

Кроме того, для изучения поверхностного впитывания применялось послойное определение впитывания при помощи **инфильтрометров**. Следует отметить, что после опускания фильтрационной колонны до нижней кромки инфильтрационного кольца вода в рыхлой лесной почве начинает стремительно растекаться в стороны. Поэтому реальное впитывание получается лишь в интервале времени опускания воды на глубину забивки кольца. Чтобы получить общую инфильтрационную кривую, потребовалась установка инфильтрометров на разных горизонтах по высоте почвенного профиля. В некоторых случаях, для выяснения общей картины условий формирования стока применялись напуск воды на склон и определение скорости движения контактного стока методом шурфования.

Всего было проведено 80 опытов на 4 склонах и 13 ручьях. В приложениях приводятся основные сведения о проведенных экспериментах. Распределение опытов по участкам неодинаково, что объясняется условиями постановки опытов. При постановке опытов на склонах III и IV пришлось ограничиться только установкой инфильтрометров в связи с отсутствием на склоне достаточного для дождевания количества воды. В тех случаях, когда источник воды находился вблизи от выбранного для работы склона, на нем производились как эксперименты по дождеванию участков склонов, так и определение впитывания инфильтрометрами (склоны I-а, II).

Последовательность нумерации склонов, участков и площадок соблюдалась в соответствии с хронологией проведенных опытов. Ниже приводится общая характеристика склонов с экспериментами.

#### Обсуждение результатов опытов и их оценка

**Склон I** находится на правом берегу р.Чвежипсе в ее нижнем течении (в 2–3 км от устья) и имеет восточную экспозицию. Южная часть, ближе к устью, очень крутая (50–60°), к северу становится более отлогой. Склон сильно расчленен руслами ручьев. На склоне работа проводилась на трех участках. **Участок 1** имеет осыпной характер, причем осыпь промыта и имеет большую мощность. У подошвы склона она сопрягается со скелетным аллювием.

Таблица 1

#### Основные сведения о проведенных экспериментах

№ № опытов	Дата опытов	Время, час.мин.сек		№ площ адки	Пло щадь , м <sup>2</sup>	Укл он	Номер		Характер опыта
		начал а опыта	конца опыта				Склон а	Участк а	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	30.VI	12.24	13.26.30	I			I	I	дождевание
2	1.VII	10.50	14.30.00	2	206	0,552	I-а	2	дождевание
3	2.VII	8.50	11.40.55	2	206	0,552	I-а	2	дождевание.
4-3		10.55	11.34.21	3			I-а	2-а	залив
5-3		12.06	12.44.16	4			I-а	2-а	залив

6		12.21	24.01.00	2	206	0,552	I-a	2	дождевание
7		14.00	15.24.00	5	47,5.	0,770	I-a	2	дождевание
8-3		14.05	14.35.37	6			I-a	2-a	залив
9-3		14.40	15.46.04	7			I-a	2-a	залив
10		15.30	16.21.05	5	47,5	0,770	I-a	2	дождевание
II-3	3. VII	9.45	11.19.51	8			I-a	2-a	залив
12-3		10.26	10.46.37	4			I-a	2-a	залив
13-3	3. VII	11.45	12.28.04	7			I-a	2-a	залив
14-3		12.55	13.24.27	4			I-a	2-a	залив
15-III	4. VII	9.10	10.17.28	2			I-a	2	шурфование
16-III		11.10	11.55.00	2			I-a	2	шурфование
17	5. VII	11.32	14.02.00	9	280	0,576	II	3	дождевание
18-3		12.40	13.55.32	10			III	4	залив
19-3		13.25.	13. 48.10	11			I	4	залив
20	8. VII	8.45	11.05.00	9	280	0,576	II	3	дождевание
21-3		9.50	11. 40.28	10			III	4	залив
22		II. 15	19. 25.00	9	280	0,576	II	3	дождевание
23-3		11.30	12.03. 54	11			III	4	залив
24-3		13.50	14.30. 16	12			III	4	залив
25	10. VII	9.05	12.25.00	13	191	0,83 4	II	5	дождевание
26-3		10.50	11.50.47	14			III	4	залив
27-3	10. VII	12.15	13.19.15	12			III	4	залив
28		13.06	16.19.00	13	191	0,83 4	II	5	дождевание
29-3		13.40	14.40.55	14			III	4	залив
30	11. VII	9.00	11.56.00	15	274	0,70 0	II	5	дождевание
31-3		10.15	11.12.26	16			III	4	залив
32-3		11.45	12.14.14	17			III	4	залив
33	I2. VII	9.05	12.00.00	15	274	0,70 0	II	5	дождевание
34		13.30	16.17.30	15	274	0,70 0	II	5	дождевание
35-3	13. VII	13.15	14.42.31	18			IV	11	залив
36	14. VII	9.45	11.15.00	19	211	0,579	II	6	дождевание
37-3		11.00	12.28.31	20			IV	II	залив
38-3		11.10	12.51.35	21	17		IV	11	залив
39-3		14.25	15.46.29	21			IV	11	залив
40-3		14.35	15.53.35	22			IV	11	залив
42-3		11.30	12.51.13	24			IV	12	залив
43		11.30	14.00.00	23	175	0,60 2	II	7	дождевание
44-3		17.32	17.41.16	25			IV	13	залив
45-3	16. VII	11.30	12.19.34	25			IV	13	залив
46-3		11.44	12.09.15	26			IV	12	залив
47-3		13.24	14.09.25	26			IV	12	залив
48-3		13.40	14.37.20	25			IV	13	залив
49	17. VII	9.33	13.30.00	23	175	0,60 2	II	7	дождевание
50-3		11.50	12.19.35	27			IV	12	залив
51		13.06	13,27.00	19	211	0,579	II	6	дождевание
52		14.04	15.04.00	28	166	0,24	II	7	дождевание

						0			
53-з	17. VII	14.20	14.53.05	27			IV	12	залив
54-з	18. VII	9.05	9.41.56	27			IV	12	залив
55-з		10.25	10.43.22	29			IV	12	залив
56-н		12.15	12.27.48	28			II	7	Добег. стока
57-н		12.45	12. 52.00	28			II	7	Добег. стока
58-з		12.55	13.10.36				IV	13	залив
60	20. VII	9.30	12. 37.00	31	152	0,60 0	II	8	дождевание
61-з		10.05	11.07.03				IV	12	залив
62-з		11.55	12.36.08	32			IV	12	залив
63		12.42	17.42.00	31	152	0,60 0	II	8	дождевание
64-з		17. 30	18.31.05	33			IV	12	залив
65-з		18.00	18.52.30	34			IV	12	залив
66	21. VII	9.30	12.48.00	35	125	0,725	II	8	дождевание
67-з		9.35	11.00.20	36			IV	12	залив
68-з		12.15	13.18.48	37			IV	13	залив
69		12.48	15.33.00	35	125	0,725	II	8	дождевание
70-з		15.25	16.24.40	37			IV	13	залив
71-з		9.35	10.39.28	37			IV	13	залив
72-з		10.10	10.42.00	38			IV	13	залив
73-з		12.00	12.27.35	39			IV	13	залив
74	24.VII	10.05	12.05.00	39	131	0,68 3	II	9	дождевание
75		12.05	15.15.05	39	131	0,68 3	II	9	дождевание
76-з	24.VII	10.45	11.19.19	40			II	7	залив
78-з		12.00	12.55.11	42			II	7	залив
79-з	25. VII	13.40	14.55.00	40			II	7	залив
80-з		14.10	15.16.39	42			II	7	залив

**Примечание:** нумерация опытов дана общая по времени их начала. Размеры площадок даны в графе б в их горизонтальной проекции. Индексы при номерах опытов означают: з - определение впитывания при заливе воды в инфильтрометр, ш - определение добегания методом шурфования, н - опыты с напуском воды на склон.

При постановке опыта №1 водосборная канава была проложена ниже поверхности заиленного горизонта с целью перехвата контактного стока. Однако вода поглощалась мощной осыпью и стекала в пойменный аллювий под илистыми отложениями ниже измерительных устройств. Интенсивность поглощения воды осыпью была выше интенсивности подачи воды на площадку (в среднем подача воды была несколько больше 1 мм/мин), вследствие чего поверхностный сток не возник.

**Склон 1-а** является продолжением склона 1. Здесь работа проводилась на участке 2, где заложены две площадки для искусственного дождевания, и на участке 2а, где устроены 5 площадок для работы с инфильтрометрами.

**На участке 2** дождеванию подвергались площадки 2 и 5, несколько отличающиеся по строению поверхностного слоя. Эти площадки были заложены для учета только поверхностного стока. Фактически склонового поверхностного стока с площадки 2 не было - вода поступала только с отдельных участков (камни, замые илом, микропонижения и т.п.). Повторные опыты на площадке 2 с искусственными дождями, при значительном увлажнении всего склона предшествующим естественным дождем, не дали заметного сокращения впитывания, которое оставалось на уровне 0,9 мм/мин. На площадке 2, через день после дождевания были поставлены опыты по определению скорости горизонтального стока при помощи шурфования (опыты 15-ш и 16-ш).

Опыт 15-ш проводился при расстоянии между шурфами 2,2 м и глубинах шурфов 50–115 см. Уклон поверхности участка составлял 0,600. Шурфы не были доведены до водоупора. Разрез в нижнем шурфе характеризуется небольшим гумусным горизонтом (20 см), затем слой 21–40 см густо пронизан корнями, ниже 40 см идет слой щебенки размерами в среднем 10x15 мм. Углубить шурф в щебенку ниже 115 см не удалось. При постановке опыта 15-ш в было подано в течение часа 2980 л воды со средней интенсивностью 49,7 л/мин., поддерживающей постоянный напор в верхнем шурфе. Наполнение шурфа в начале опыта прошло за 5 мин 25 сек. При общей емкости шурфа 210 л в шурф было подано за время наполнения 580 л, т.е. за время наполнения поглощения составило 370 л, а средняя интенсивность – порядка 70 л/мин. После прекращения подачи вся вода в шурфе поглотилась за 7 мин. 28 сек., т.е. интенсивность поглощения в среднем составила 28 л/мин. При постановке опыта 16-ш между верхним и нижним шурфом опыта 15-ш был выкопан дополнительный шурф на расстоянии 90 см от верхнего при той же глубине 115 см. Выклинивание в нижнем шурфе началось на 7 мин. 30 сек. на ширине 54 см на стенке шурфа. Поглощение воды в шурфе после конца подачи закончилось за 5 мин. 35 сек.

Дождевание на площадке 5 было проведено со значительно большей интенсивностью (в отдельные периоды до 3,75 мм/мин.). Поэтому здесь наблюдался более заметный поверхностный сток, но контактный в заметных количествах с этой площадки также не перехватывался. Средний коэффициент стока, одинаковый для обоих опытов, составил 0,42, но интенсивность поверхностного впитывания оказалась очень высокой, что также объясняется большой пористостью скелетного материала.

На участке 2-а проводились работы с инфильтрометрами (табл. 1). Всего было заложено 5 площадок, на которых поставлено 8 опытов. Опыты с инфильтрометрами проводились для получения характеристик впитывания в разных точках склона и на различных глубинах (послойно). Результаты опытов приводятся в прилож. А. В опытах 8-3 (пл. 6) и 11-3 (пл. 8) наблюдалось интенсивное боковое растекание, в связи с чем эти опыты забракованы.

Анализ материалов, полученных на участке 2-а показывает, что величины установившегося впитывания значительно колеблются от площадки к площадке и от одного почвенного слоя к другому. Вместе с тем прослеживается обратная закономерность в изменении характеристик впитывания по глубине. Так, в верхнем слое почвы в опыте 4-3 впитывание на 40-й минуте составило 3,53 мм/мин. При снятии почвенного слоя до глубины 40–60 см величины установившегося впитывания в несколько раз сокращаются, как в опыте 5-3, где интенсивность инфильтрации упала до 0,65 мм/мин. Дальнейшее заглубление инфильтрометров до 65–90 см дает резкое возрастание интенсивности впитывания до 8,30–10,6 мм/мин (опыты 12-3 и 14-3). Это связано с обилием в горизонтах В и ВС мелкого и крупного скелета – щебня и дресвы. Поры между скелетными частицами заилены в слабой степени. Этот горизонт очевидно и представляет собой тот дренирующий слой, в котором развивается контактный сток по относительному водоупору, лежащему на глубине 1,5–2,0 м.

Результаты, полученные методом инфильтрометров, при сопоставлении с данными дождевания площадок 2 и 5 дают представление о надежности определения характеристик впитывания различными методами. Хорошо согласуются с данными больших площадок характеристики впитывания, полученные методом залива в опытах 5-3 и 13-3, которые поставлены при удаленном верхнем слое на глубину 50–60 см. Так, в конце опытов величины фильтрации близки: на площадке 2 в опытах 3 и 6 (0,86–0,95 мм/мин) и на площадке 4 в опыте 5-3 (0,65 мм/мин); в опыте 7 на площадке 5 (1,45 мм/мин) и на площадке 7 в опыте 13-3 (1,38 мм/мин). Первыми указаны данные по большим площадкам, а вторыми – по инфильтромерам. На площадке 4 опыты 12-3 и 14-3, где верхний слой также удален, но на большую глубину, чем на площадках 4 и 7 (соответственно в опытах 5-3 и 13-3), характеристики впитывания в конце опытов по инфильтрометрам оказались значительно выше по сравнению с данными площадок 2 и 5. Последнее связано с особенностями строения почвенного профиля на этом участке, о чем говорилось выше – с наличием мощного дренирующего слоя, по которому происходило стекание под прибором во все стороны. Таким образом, данные инфильтрометров с некоторым приближением (из-за наличия стыковой фильтрации) характеризуют процесс инфильтрации только в

ограниченном отрезке времени - от начала опыта до опускания фильтрующейся воды до нижней кромки прибора, дальнейшие показания опытов преувеличены. Ранее был разработан метод перехода от данных послойных определений инфильтрации к общей кривой впитывания. В этом направлении можно использовать все данные инфильтрометров, хотя для получения надежных обобщений необходимо дальнейшее проведение более массовых опытов, а также исследование впитывающей способности подстилающей породы (при снятом рыхлом слое) и проведение большого числа параллельных опытов по дождеванию для получения надежных редуцированных коэффициентов. В условиях, подобных исследованным, данные инфильтрометров несомненно требуют существенной редуцированной поправки.

**Склон II.** На этом склоне была поставлена большая часть опытов с искусственным дождеванием. Здесь было намечено 7 участков 3,5–10, на которых заложено 10 площадок и проведено 22 опыта с искусственным дождеванием, опыты с напуском воды на склон и 4 опыта с инфильтрометрами.

**На участке 3** проведено дождевание только на площадке 9. В первом опыте (17) на этой площадке график дождя был задан в виде трех ступеней с повышением интенсивности от 0,78 до 1,17 мм/мин. На этой площадке, как и на других ей аналогичных, измерялся суммарный сток. Судя по данным прилож. А, доля подпертого подвешенного стока на пл. 9 составляла около 25-30%, на других площадках она могла быть и меньше. Эти цифры относятся к дождям с интенсивностью несколько более 1 мм/мин, при влажной почве, при очень высоких интенсивностях ливня (свыше 3 мм/мин), как показывают данные по пл. 5, доля поверхностного стока может возрасти примерно до 40 %. Вследствие этого средний коэффициент стока с площадки (0,70–0,83) оказался даже несколько выше мгновенного (0,65–0,81). **Основной проблемой** является определение инфильтрации в подстилающую породу. При длительном дождевании емкость задержания на площадке полностью заполнена, при весьма большом дожде прекращается и рост площади растекания - последняя стабилизируется на такой величине, при которой боковой отток полностью расходуется на инфильтрацию. В этом случае разность дождя и стока становится равной потерям на инфильтрацию. Для определения интенсивности инфильтрации в этом случае нужно знать только площадь впитывания в подстилающий слой, т.е. предельную площадь растекания. Последняя может быть определена по ширине фронта выклинивания воды на обнажении, т.е. по нижнему краю площадки. Однако, максимальную ширину растекания по условиям опыта далеко не всегда удается определить. На пл. 9 условия измерения были относительно благоприятны, на некоторых же других площадках боковой отток терялся в осыпи, прилегающей к амфитеатру обнажения, по которому располагался нижний край площадки. Только на 3-х площадках удалось установить ширину фронта растекания достаточно четко. В подобных случаях нельзя утверждать, что движение полностью установилось, т.е. прекратилось смачивание окружающей толщи грунта, в результате чего избыток дождя целиком идет на инфильтрацию. Соответственные значения интенсивности инфильтрации приведены в графе 15 прил. А, для второго и третьего опыта они составили соответственно 0,13 и 0,11 мм/мин.

На участке 5 дождевание проводилось на пл.13 и 15, отличающихся большим уклоном и быстрым сбросом воды. На площадках был измерен преимущественно поверхностный сток. Об этом свидетельствует и вид гидрографа, который, имея волнистый характер, отражает неравномерность орошения. Полученные на участке резко волнистые гидрографы свидетельствуют о преобладании поверхностных вод в стоке, учтенном с площадки. Контактный сток на участке тоже имел место, но он происходил глубже измерительных устройств и был ими перехвачен в незначительной степени, о чем свидетельствует и сравнительно быстрое уменьшение стока после конца дождя и ничтожная величина стока на спаде. Скорость бокового растекания, учтенная при постановке опытов на площадке 15, такая же, как и на площадке 9, но максимальная ширина растекания не была установлена, что в связи с неучетом части контактного стока не позволяет определить инфильтрацию в подстилающую породу площадки 15. Участок 6 характеризуется целиком контактным стоком. На единственной площадке участка (19) наблюдалось значительное растекание в стороны. Ориентировочно суммарный расход достигал 2–3 л/сек. Закончилось выклинивание на 130 минуте. Поверхностный сток на площадке практически отсутствовал,

в качестве него регистрировался приток вод, образовавшихся на микротальвегах площадки. Если принять, что путь, пройденный водой, прямолинеен, то расстояние от места дождевания до выхода контактных вод составляет 17–19 метров, т.е. скорость движения контактного стока в данном случае составляет величину порядка 1,3 м/мин. Ориентировочные балансовые расчеты дают величину глубинной инфильтрации на участке того же порядка, что и на площадке 9 - около 0,1 мм/мин.

**Участок 7.** На участке заложены площадки 23 и 28 для искусственного дождевания и на площадках 40 и 42 устанавливались инфильтрометры. Кроме того, на площадке 28 были проведены два опыта (56-н и 57-н) с напуском воды на склон. Две площадки, подвергнутые искусственному дождеванию, дали противоположные результаты. На площадке 23 после начала опыта быстро формировался поверхностный сток, с почти не меняющимся от опыта к опыту коэффициентом стока (0,69-0,73).

Площадка 28, расположенная рядом с площадкой 23 на этом же участке 7, стока не дала. Различия в условиях стока на площадках 23 и 28 объясняются особенностями их почвенного покрова, о чем сказано выше. Часть склона, репрезентуемая площадкой 28, является типичной для участков провального впитывания. Мощный рыхлый слой почвы, подстилаемый рыхлыми трещиноватыми породами, поглощает поверхностные воды, причем выход склоновых вод может происходить на значительном расстоянии от места поглощения.

В опыте 56-н подача воды осуществлялась одним шлангом, расположенным у верхней границы площадки. В течение 10 минут подано 3590 л, т.е. средняя интенсивность подачи в точке доставляла 6 л/сек. При повторном напуске (опыт 57-н) подача воды осуществлялась у левого верхнего угла площадки (вниз по склону) со средней интенсивностью порядка 5 л/сек. Стеkanie происходило концентрированной струей, смывая подстилку. Расстояние в 14 м струя прошла за 6 мин. 15 сек. замер расхода в конце струи дал величины 0,14 л/сек, на 5 мин. 22 сек. и 0,10 л/сек, на 7 мин. 10 сек., т.е. при достижении струей конца площадки.

Опыты с напуском воды на склон показывают весьма высокое впитывание. При естественных дождях такой склон может формировать поверхностный сток только после заполнения всей его емкости, что требует катастрофического количества осадков. Обследование этого склона выше площадки 28 показало, что явных следов поверхностного стока на склоне нет, но возможен перемежающийся поверхностный сток, формирующийся за счет выклинивания контактных вод на переломах профиля или в местах выходов более плотных слоев.

**На участке 7** были поставлены также 4 опыта по определению впитывающей способности почв методом инфильтрометров на площадках 40 и 42. В двух из них кольца устанавливались на поверхности почвы с забивкой до глубины 42 см, а в остальных - верхний почвенный слой был снят на 52-63 см. Особенности площадок 40 и 42 являются значительная крутизна склона (до 38°) и наличие мощного гумусового слоя. Горизонт С начинается лишь с глубины 60–70 см. Хорошие воднофизические свойства, ходы землероев и распространение корневых систем по всему 70-сантиметровому профилю обусловили высокую впитывающую способность почв на этом участке. Так, по данным опытов 76-з и 78-з впитывание в верхнем слое (до глубины 40 см) к концу залива составило здесь 15-23 мм/мин. При удалении верхнего почвенного слоя и заглублении инфильтрометров в горизонт С (до 75–90 см), представленный глинистым сланцем, установившееся впитывание уменьшается до 1,7–3,8 мм/мин.

**Участок 8.** Здесь заложены две площадки 31 и 35. При дождевании площадки 31 в первом опыте (опыт 59) поверхностного стока не было, контактный сток прошел мимо измерительных устройств. При проведении опыта 60 измерительные устройства были перенесены с учетом мест выклинивания контактного стока. Благодаря интенсивному предшествующему увлажнению (в опыте 59 на площадку было подано 84 мм дождя) в опыте 60 с 22-й мин. от начала опыта начали формироваться отдельные струи поверхностного стока, однако, вся площадка начала давать сток с 40 минуты. Таким образом, интенсивность потерь (0,85–1,16 мм/мин), приведенная в графе 15 прилож. А для участка 8, характеризует процесс лишь в начальной зоне стабилизации.

В опыте 69 выклинивание трещинного стока началось через 10 мин. 45 сек. после начала опыта. Выход в наиболее интенсивно действующей точке № 3 и левее ее полосой на



протяжении 0,5 м. На 1 пог. м выклинивания приходится до 20 струй различной мощности. Самая мощная – № 3; самые слабые сравнимы со стекающими из мха; на 16 мин.00 сек. правее №1 выклинилась струя с расходом 0,079 л/сек, на 21-й мин. - расход струи у № I = 0,092 л/сек. Такого порядка всего 6 струй. На 22-й мин. струи у № 3 дают расход 0,027 л/сек. Всего такого порядка 12 струй. К 23 мин. выклинилось много малых струек. К 25 мин. между № 1 и № 3 идет интенсивное выклинивание из 7 струй, общий расход 0,11 л/сек.

**Участок 9.** Здесь дождеванию подвергалась одна площадка 39. Величина впитывания даже во втором опыте, приведенная в таблице 2, имеет условный характер, будучи весьма преувеличенной, так как наблюдалось значительное растекание контактного стока за пределы площадки. Площадка дала высокий коэффициент стока (0,42-0,54). Балансовые расчеты (с учетом скорости растекания, если допустить, что неучтенный контактный сток составляет 50 % от наблюдаемого), дают величину инфильтрации - 0,1 мм/мин.

**Склон III.** На участке 4 проводились эксперименты только при помощи инфильтрометров всего было заложено 6 площадок, на которых поставлено 10 опытов, на каждой площадке проведено по 2 опыта – один в верхнем слое, а второй – при снятом почвенном покрове до глубины 40–60 см (прилож. Б). На площадке 17 (опыт 32-3) впитывание по сравнению с другими опытами несколько выше, что, видимо, объясняется местными условиями, наличием особо крупных макропор у площадки. Опыты 18-3, 19-3, 26-3, 31-3 и 32-3, могут после введения соответствующих редуцирующих поправок с удовлетворительной точностью характеризовать послойную инфильтрацию в диапазоне глубины забивки кольца. По этим данным возможно получить общую составную инфильтрационную кривую. В верхнем 25-сантиметровом слое величины впитывания в конце опыта очень велики: они колеблются в пределах от 1,35 мм/мин (опыт 18-3) до 5,15-5,50 мм/мин (опыт 26-3 и 32-3). В почвенном слое, лежащем глубже (с глубин 40–50 см), коэффициенты инфильтрации значительно меньше: в опытах 27-3 и 29-3 они составляют величины от 0,34 до 0,45 мм/мин. Однако есть и исключение из этого правила, как на площадке 10, где интенсивность инфильтрации с глубиной не сократилась, а возросла. Это связано с уменьшением глубины залегания дренирующей породы, лежащей на водоупоре. Приповерхностный мелкоземный слой почвогрунта в этом случае был весь или почти весь снят при повторных опытах.

Площадки 12, 14, 16 и 17, расположенные в нижней части участка. Профиль почвы здесь имеет небольшой гумусовый горизонт, а с глубины 50 см начинаются плотные мягкие глинистые сланцы. Скелетность почв невелика, близкое залегание относительного водоупора определяет и соответствующее изменение фильтрационных свойств почвы по глубине.

**Склон IV.** Здесь были проведены опыты с целью выяснения изменения фильтрационных свойств почв при освоении их под сельскохозяйственные культуры и сады. Необходимо отметить, что постановка опытов сопровождалась значительными техническими трудностями (доставка воды в наиболее удаленные точки склона, наличие крупного скелета в исследуемых почвах, затрудняющего забивку кольца и изоляцию по его периметру). Скелетность почв на участках 11 и 12, а также распространение корней деревьев по профилю на участке 13 обусловили во многих случаях значительное боковое растекание. В результате пришлось забраковать часть опытов. Так, на участке 11 забракованы 2 из 4-х проведенных опытов (35-3 и 37-3), на участке 12 - 4 из 12 (46-3, 50-3, 53-3 и 54-3), на участке 13 - 5 из 10 (44-3, 55-3, 58-3, 72-3 и 73-3). Оставшиеся опыты могут служить для сравнительной оценки впитывания в лесу и на участках с/х пользования, хотя и требуют введения уменьшающих редуцирующих поправок.

**Участок 11.** Опыты с инфильтрометрами проведены в междурядьях сада, занятых люпином при естественной поверхности почвы (39-3) и при снятом до 46 см верхнем слое. Полученные результаты характеризуют резкое уменьшение коэффициента фильтрации (в 50 раз) при переходе от верхнего структурного пахотного слоя к подстилающим глинистым горизонтам. Как показали опыты, с глубины 40–50 см инфильтрационная способность почвы падает до 0,1, а в отдельных случаях до 0,06 мм/мин.

**Участок 12.** Опыты, проведенные на площадках 24,26, 32-34 и 36 характеризуют впитывание на распаханном кукурузном и картофельном полях. При этом 4 опыта (42-3, 61-3, 67-3) дают представление о коэффициенте фильтрации в верхнем пахотном горизонте.

Впитывание к концу опыта в указанных экспериментах варьировало от 0,67 до 1,78 мм/мин при среднем его значении 1,18 мм/мин. При забивке колец инфильтрометров в подпахотный слой (опыты 47-3, 62-3 и 65-3) на 60-90 см коэффициенты фильтрации наблюдались в пределах 1,23–4,27 мм/мин (при средней его величине 2,32 мм/мин). Однако при работе с инфильтрометрами вода свободно растекается в дренирующем слое, что заставляет оценивать полученные величины "установившегося" впитывания как весьма преувеличенные. Опыт 10-3, поставленный на площадке 22 на сильно уплотненной почве у распаханного поля, характеризует минимальное впитывание на данном участке. Величина коэффициента фильтрации здесь (0,11 мм/мин) в 10-20 раз меньше, чем на смежном поле. Подобные участки на междурядьях садов очевидно формируют обильнейший поверхностный сток.

Данные площадки 22 в некоторой степени репрезентуют условия на кукурузном и картофельном полях после уборки, когда междурядья значительно уплотняются. Однако для таких полей в целом величина установившегося поверхностного впитывания порядка 0,08-0,11 мм/мин, нам представляется все же преуменьшенной.

**Участок 13.** Результаты 5 опытов, приведенных в приложении 2, дают представление о впитывании на двух площадках под пологом леса. Опыт 68-3,70-3 и 71-3 (площадка 37) характеризует впитывание в верхнем корнеобитаемом слое. Коэффициенты фильтрация в этом случае получены в пределах от 2,00 до 3,85 мм/мин, (при средней величине 2,92 мм/мин). На глубине 72 см среднее значение коэффициента фильтрации уменьшается незначительно – до 2,74 мм/мин, а в отдельных случаях даже выше (4,12 мм/мин, в опыте 45-3).

Таким образом, коэффициенты фильтрации в поверхностном слое почвы в лесу и в яблоневом саду почти одинаковы – в среднем 2,92 и 2,96 мм/мин, а на поле под сельхозугодиями – примерно в 3 раза ниже, на уплотненных же участках – во много раз ниже. Фильтрация в подпочву выше всего в лесу (2,74 мм/мин) (из-за многочисленных ходов корней и трещиноватости), несколько ниже, но достаточно большая – в поле (2,32 мм/мин) – из-за большой щебнистости подстилающих горизонтов, и резко падает в саду (до 0,06 мм/мин), где близко залегают глинистые слои, служащие водоупором.

**Закключение.** Метод экспериментального исследования стока путем искусственного дождевания позволяет в короткие сроки получить очень большой материал о склоновом стоке, подвергнув при этом исследованию отдельные элементы поверхности бассейнов, однородные по растительности, почвам, рельефу, хозяйственному использованию [8–10]. Этим был восполнен пробел в информации о паводках, возникающий при использовании для целей гидрологических разработок только материалов опорной речной сети. Особенно велика роль эксперимента в оценке влияния рекреационной деятельности на сток, что необходимо как для расчета сооружений, так и для планирования системы мероприятий по охране и использованию водных ресурсов.

Ливневой склоновый и поверхностный сток возникает за счет избытка интенсивности дождя над интенсивностью поверхностного впитывания. Величина склонового стока в горных условиях определяется не только интенсивностью ливня в ее соотношении с впитывающей способностью почв, но и кривой распределения на бассейне свободной емкости почвенной аккумуляции. Площадь стока всегда меньше, иногда же значительно меньше площади бассейна, но стокоформирующими могут быть малые интенсивности дождя, поэтому даже на больших бассейнах имеют место дождевые паводки.

Лесные почвы обладают очень высокой проницаемостью, что связано с рыхлящим действием корней и наличием разветвленной и густой сети макропор биологического происхождения (ходы, оставленные отмершими корнями, червероины, кротовины и т.п.). Потери паводочного стока здесь определяются не величиной поверхностного впитывания, а наличием свободной емкости почвенного задержания и величиной так называемой **глубинной инфильтрации**, т.е. поглощения воды подстилающим относительным водоупором.

Эксперименты и наблюдения показывают, что длина добегающего склонового стока обычно не превышает десятков метров, т.е. преобладающую часть длины склонов дождевые воды преодолевают поверхностным и внутрипочвенным путем. В результате гидрограф стока приобретает еще более круто остроконечную форму, напоминая зачастую чисто

поверхностный. Поэтому на открытых склонах наблюдается сильная эрозия и паводки легко приобретают селевой характер. Даже в лесах при локальном поверхностном стоке (по местам лесоразработок, тропам и др.) наблюдается большая эрозия и такие реки как Мзымта, Чвижепсе и др. при небольших подъемах уровня становятся чрезвычайно мутными. Само увеличение твердого стока на реках показывает на приток поверхностных вод на открытых склонах с почвы, не закрепленной корнями деревьев. Глубинную инфильтрацию важно знать для определения не только паводочного стока, но и питания грунтовых вод, и следовательно и для расчета меженного стока рек.

Экспериментальная оценка инфильтрации возможна в данном случае только на больших опытных площадках. Противоположные условия возникают на базальтах и вообще на таких изверженных породах, которые имеют трещины, проходящие на всю их глубину до глубоких грунтовых вод, питающих реки и действующих по сдвигам, в древних осадочных породах, подстилающих изверженные и т.п. Дождевые воды в этом случае довольно быстро проваливаются вглубь, и грунтовое питание растет за счет паводочного, иногда почти полностью поглощая последнее.

Главной задачей опытов являлось получение общего представления о процессах формирования стока в буковых лесах Сочинского Причерноморья и их водоохранно-защитной роли. Исследования с помощью дальнеструйных дождевальных аппаратов производились на склонах вблизи источника воды, а на участках, удаленных от реки, использовались инфильтрометры. Там, где было возможно, ставились параллельные опыты обоими методами, главным образом, для оценки точности или степени пригодности метода заливаемых колец. Как известно, использование инфильтрометров в горных условиях не всегда дает удовлетворительные результаты из-за большой проницаемости поверхностного слоя почв и бокового растекания [3–6].

Вообще опыты с инфильтрометрами во всех случаях дают преувеличенные результаты, т.к. вода из них поступает не только по вертикали вниз, но и растекается в стороны, в область несмоченного грунта. Однако на почвогрунтах, не имеющих глубже нижней кромки кольца крупных макропор, вертикальная составляющая инфильтрации оказывается преобладающей. Так, ранее было установлено, что если впитывание по инфильтрометрам составляет величины 0,1–0,2 мм/мин, то опытный материал требует лишь небольшого редуцирующего множителя (порядка 0,8). Но при больших величинах впитывания редуцирующий коэффициент значительно уменьшается. В горных условиях, при наличии макропористого дренирующего слоя, вода, достигнув нижней кромки прибора, стремительно растекается в стороны, и редуцирующий коэффициент падает до 0,1 и даже ниже.

Наличие промывного еще недостаточно заcolmатированного скелетного слоя под пахотным горизонтом (на глубине 40–50 см) создает очень значительное боковое растекание после достижения инфильтрационной водой дренирующего слоя. В естественных условиях, во время сильных дождей, подстилающая дренирующая прослойка легко насыщается, после чего потери падают, видимо, до очень малых величин, но инфильтрационный опыт под такими условиями не воспроизводит.

Рассматриваемые опыты только в нескольких случаях дали интенсивности инфильтрации менее 0,1–0,2 мм/мин. Во всех других случаях результаты опытов с инфильтрометрами явно и значительно преувеличены. Тем не менее они имеют определенную ценность в нескольких планах. Во-первых, они могут служить в качестве сравнительных индексов инфильтрационной способности на элементах поверхности различных по почвенно-грунтовым условиям и растительности, а во-вторых, с некоторым приближением по данным инфильтрационного опыта может быть вычислена вертикальная составляющая впитывания. Для однородных почвогрунтов эта задача имеет вполне удовлетворительное решение [4]. Для неоднородных грунтов она тоже принципиально разрешима, если имеются данные по инфильтрометрам, установленным в разных слоях. В-третьих, эти опыты дают некоторую характеристику изменения инфильтрационной способности почв по глубине почвенного профиля.

Полученные в конце опыта интенсивности стока, инфильтрации и соответствующие мгновенные максимальные коэффициенты стока (отношение измеренных величин стока и дождя в конце опыта) не являются предельными, а относятся к ливням продолжительностью 30–60 минут, они характеризуют относительную стабилизацию

процесса – переход от фазы быстрого затухания потерь к их медленному дальнейшему падению. К сожалению, по техническим причинам опыт иногда приходилось прекращать ранее достижения даже условно установившегося (медленно изменяющегося) стока. Для таких опытов подсчитан только средний коэффициент стока, характеризующий сброс воды с экспериментального участка в условиях непостоянства потерь.

Условия, в которых проводились эксперименты, довольно разнообразны, поэтому анализ данных проведен для какого склона и участка отдельно. Наиболее достоверные опыты с дождеванием больших площадок горных склонов дали величины впитывания в подстилающий слой порядка 0,1 мм/мин. Балансовые расчеты, учитывающие затухающую скорость бокового растекания, дают **величины инфильтрации порядка 0,07–0,08 мм/мин и никак не менее 0,05 мм/мин**. Сказанное подтверждает тот факт, что на водотоках низкогорной зоны Кавказа наблюдаются паводки с модулями стока достаточно высокими за счет обильных осадков даже невысокой интенсивности – 0,05–0,10 мм/мин.

#### **Примечания:**

1. Анисимов В.И., Битюков Н.А. Физическая география города-курорта Сочи. Монография. Сочи: СГУТиКД, 2008. 291 с.
2. Бефани А.Н. Основные положения теории речного стока. Труды ОГМИ, вып. XII. 1958. 300 с.
3. Бефани А.Н., Бефани Н.Ф., Вишневский П.Ф., Иваненко А.Г., Позднякова В.Б., Тюття К.К. Экспериментальные исследования дождевого стока в Карпатах (бассейн р.Рики). Тр. УкрНИГМИ, в.69. Л., 1967. 278 с.
4. Бефани А.Н., Иваненко А.Г. Водный баланс горных склонов. Труды УкрНИГМИ, Вып. 69. Л., 1967. С. 150-180.
5. Бефани А.Н., Урываев П.А., Бефани Н.Ф., Одрова Т.В., Федорей В.Г. Экспериментальные исследования дождевого стока в Приморье. Труды ДВНИГМИ, Вып. 22. Гидрометеиздат. Л., 1966. 315 с.
6. Вопросы формирования паводков на реках Дальнего Востока. Труды ДВНИГМИ, Вып. 24, 1967. 296 с.
7. Мосияш А.С., Лугавцов А.М. Агроклиматическая характеристика Большого Сочи. Ростов-на-Дону, 1967. 48 с.
8. Природные условия Северо-западного Кавказа и пути рационального использования их в сельскохозяйственном производстве. Часть II, изд. АН СССР, М-Л, 1951. 280 с.
9. Солнцев Г.К. Научные основы рекреационного использования горных лесных экосистем. Ростов на Дону: Изд-во СКНЦВШ, 2003. С. 59.
10. Экспериментальные исследования дождевого стока в буковых лесах бассейна р. Мзымты. ВНИИЛМ, М., 1968. 142 с.

**Приложение А**  
**Сводная таблица данных о впитывании и коэффициенте стока на участках склонов при экспедиционных исследованиях в бассейне р.Мзымты**

№ п/п	Площадка		Номер опыта	дата	Начало опыта		Продолжительность дождя (мин)	Суммарные за опыт, мм		Коэффициент стока (средний)	Мгновенная интенсивность, отнесенная к площади орошения		Максимальный коэффициент стока	Интенсивность впитывания, мм/мин
	размер	уклон			час	мин		Осадки	Сток		дождя	впитывания		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Склон I, участок 2</b>														
2	206	0,552	2	1.VII	10	50	108	131,8	35,4	0,27	0,99	(0,36)	-	
			3	2.VII	8	50	210	262,3	71,9	0,27	1,26	0,95	0,26	
5	47,5	0,770	7	2.VII	14	00	45	137,5	57,5	0,42	3,00	1,37	0,54	
			10	2.VII	15	30	45	155,0	64,8	0,42	3,46	1,76	0,49	
<b>Склон II, участок 3</b>														
9	280	0,576	17	5.VII	11	32	52,5	52,8	36,7	0,70	1,17	0,41	0,65	0,37
			20	8.VII	8	45	60	78,0	58,3	0,75	1,24	0,20	0,84	0,13
			22	8.VII	11	15	60	68,2	56,4	0,83	1,14	0,18	0,84	0,11
<b>Склон II, участок 5</b>														
10	191	0,830	225	10.VII	9	05	52	113,2	18,5	0,16	1,16	0,76	0,35	
			28	10.VII	13	06	87,5	80,7	15,0	0,19	1,22	0,81	0,34	
			30	11.VII	9	00	62,5	42,1	10,5	0,25	0,70	0,49	0,30	
15	274	0,700	33	12.VII	9	05	67,5	47,3	16,8	0,36	0,83	0,46	0,44	
			34	12.VII	12	30	52,0	34,8	9,6	0,28	0,70	0,45	0,36	
<b>Склон II, участок 6</b>														
19	211	0,579	36	14.VII	9	45	88	95,6	0,71	0,008	1,38	1,35	-	
			51	17.VII	13	06	21	24,3	нет	-	1,16	1,16	-	
<b>Склон II, участок 7</b>														
23	175	0,602	41	15.VII	10	15	40	72,2	50,2	0,69	2,04	(0,31)	(0,85)	0,14
			43	15.VII	11	30	35	54,2	39,7	0,73	1,54	(0,30)	(0,79)	0,13
			49	17.VII	9	33	30	65,2	46,3	0,71	2,20	(0,38)	(0,83)	(0,13)
28	166	0,240	52	17.VII	14	04	60	96	нет	-	-	-	-	-
<b>Склон II, участок 8.</b>														
31	152	0,600	59	19.VII	11	45	46,5	84			забракован			
			60	20.VII	9	30	96	191,7	80,6	0,42	2,07	0,85	0,59	

		63	20.VII	12	42	50	111,9	48,8	0,44	2,17	1,02	0,53
35	125	0,725	66	21.VII	9	30	177,5	65,6	0,37	2,54	1,02	0,60
			69	21.VII	12	48	111,4	70,5	0,63	3,00	1,16	0,61
Склон II, участок 9												
39	131	0,683	74	24.VII	10	05	131,6	54,9	0,42	2,44	1,30	0,47
			75	24.VII	12	05	47,5	25,7	0,54	1,26	0,60	0,52
Склон II, участок 10												
41	120	0,240	77	25.VII	10	50	223,5	0,58	0,003	2,98	-	-

Примечание:

В гр. 11-13 данные выбраны на конец опыта или за период наиболее установившегося стока.

В гр.15 дана интенсивность впитывания в подстилающую породу, отнесенная к площади растекания

## Приложение Б

**Данные опытов по определению впитывания методом залива (интенсивность впитывания, мм/мин) при экспедиционных исследованиях в бассейне р.Мзымты**

Номера Опытов	Площадок	0,5	1	2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Впитывание на конец опыта	Глубина забивки	Характер поверх- ности
Склон 1-а, участок 2-а																	
4-3	3	(11,0)	(9,59) <sup>x</sup>	7,40 <sup>x</sup>	4,20	4,06	3,90	3,74	3,55						3,53	19,0	естественная
5-3	4	2,38 <sup>x</sup>	2,10	1,70	1,40	1,30	0,83	0,65							0,65	11,5	СНЯТ СЛОЙ ПОЧВЫ ДО 44СМ
9-3	7	7,23 <sup>*</sup>	6,90	5,98	4,45	4,10	3,98	3,80	3,60	3,58	3,58				3,58	21,0	СНЯТ СЛОЙ ПОЧВЫ ДО 44СМ
12-3	4	17,9 <sup>*</sup>	15,6	13,1	11,5	10,1	8,40								8,30	10,0	СНЯТ СЛОЙ ПОЧВЫ ДО 67СМ
13-с	7	(11,0) <sup>*</sup>	7,20	4,10	2,40	2,30	2,20	2,0	1,98						1,96	16,0	СНЯТ СЛОЙ ПОЧВЫ ДО 57СМ
14-3	4	-	-	-	16,2	13,2	11,0	10,6							10,6	9,5	СНЯТ СЛОЙ ПОЧВЫ ДО 85СМ
Склон 3, участок 4																	
18-3	10	-	-	-	-	4,22	2,39	2,05	1,90	1,72	1,55	1,40			1,35	28,5	естественная
19-3	11	-	(6,00)	5,30	4,23	3,40	3,02								2,90	23,0	естественная
21-3	10	(81,5) <sup>*</sup>	(75,5) <sup>x</sup>	66,7 <sup>x</sup>	48,5	30,8	12,5	7,75	6,25	5,00	4,50	4,25	3,85	3,50	3,50	14,5	СНЯТ СЛОЙ ПОЧВЫ ДО 48СМ

23-3	11	(10,5)*	(9,60)	(8,00)	4,80 <sup>x</sup>	2,80	2,70	2,58	2,40	2,28	2,16	2,00	1,85	1,68	1,68	11,5	снят слой почвы	до 49см	
16-3	14	-	(36,0) <sup>x</sup>	20,0 <sup>x</sup>	8,98	7,22	6,30	6,00	5,72	5,40	5,18				5,15	28,0	естественная		
27-3	12	-	-	-	3,60	1,81	0,70	0,50	0,46	0,41	0,36				0,34	17,0	снят слой почвы	до 59см	
29-3	14	-	-	-	3,22	1,52	0,60	0,50	0,48	0,48	0,47				0,45	15,0	снят слой почвы	до 42см	
31-3	16	-	(36,4)	20,2	8,50	5,50	4,93	4,69	4,40	4,20				4,00	25,5	естественная			
32-3	17	(35,0)*	(35,0)	(30,0)	20,0 <sup>x</sup>	8,98	7,22	6,00						5,50	26,0	естественная			
Склон 4, участок 11																			
38-с	21	-	-	-	2,43	0,40	0,15	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	12,0	снят слой почвы	до 46см	
39-с	21	12,2*	11,2 <sup>x</sup>	9,47 <sup>x</sup>	5,82	3,65	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,98	2,98		2,98	36,0	естественная		
Склон 4, участок 12																			
40-3	22	(21,0)*	7,40	4,18	1,75	0,40	0,19	0,15	0,13	0,11	0,11	0,11			0,11	36,0	естественная		
42-3	24	-	-	-	8,20	2,97	1,80	1,80	1,80	1,80	1,78	1,78	1,78		1,78	41,0	естественная		
47-3	26	-	-	-	6,70	2,52	1,58	1,40	1,25						1,23	26,0	снят слой почвы	до 47см	
61-3	32	74,5*	45,0	10,8	5,80	3,20	0,75	0,72	0,67					0,67	41,0	естественная			
62-3	32	50,4*	9,90	7,00	5,50	5,20	4,85	4,56	4,28					4,27	25,0	снят слой до 41см			
64-3	33	-	-	3,70	1,92	1,63	1,53	1,40	1,38	1,32				1,32	27,0	естественная			
65-3	34	(28,0)*	10,0	4,10	2,20	1,82	1,71	1,60	1,54	1,47				1,47	37,0	снят слой до 25см			
67-3	36	26,6*	14,0	2,58	1,10	1,05	0,98	0,96	0,96	0,97	0,96	0,97	0,97	0,97	27,0	естественная			
45-3	25	(43,0)*	26,0	14,9	11,2	9,80	7,85	6,63	5,40	4,20				4,12	27,0	снят слой почвы	до 50см		
48-3	25	6,20*	4,30	3,0	2,40	2,20	1,80	1,70	1,55	1,40				1,36	27,0	снят слой почвы	до 50см		
68-3	37	(82,7)*	(39,0)	11,0	6,80	5,80	5,10	4,78	4,48	4,20	3,88			3,85	33,0	естественная			
70-3	37	(80,0)*	10,3	4,00	2,40	2,20	2,10	2,08	2,06	2,00				2,00	33,0	естественная			
71-3	37	-	(16,0)	6,10	3,50	3,10	3,00	2,97	2,95	2,93	2,90			2,90	33,0	естественная			
Склон 2, участок 7																			
76-3	40	85,0*	53,5	39,0	33,2	29,5	26,5	24,2						23,0	42,0	естественная			
78-3	42	30,0*	22,8	19,0	17,0	16,5	16,0	15,3			4,80	3,80		14,8	42,0	естественная			
79-3	40	37,4*	33,0	26,7	16,0	11,8	9,70	7,80	6,80	5,80				3,78	26,0	снят слой до 63см			
80-3	42	(7,60)	(6,20)	3,20	2,70	2,30	2,12	2,00	1,90	1,75				1,66	22,0	снят слой до 52см			

УДК 556.048

**Опыт экспедиционного изучения генезиса дождевого стока  
в бассейне реки Мзымта**

Николай Александрович Битюков

Сочинский государственный университет, Россия  
354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Советская, 26 а  
Доктор биологических наук, профессор  
E-mail: nikbit@mail.ru

**Аннотация.** В связи с интенсивным освоением горных склонов для рекреационных целей весьма актуальными являются задачи проектных расчетов формирования дождевого стока в горных условиях. Существующая в последнее время методика изучения склонового стока дождеванием малых площадок неправомерна вследствие явления растекания дождевых вод за пределы площадки и искажения результатов опыта. В статье обсуждаются результаты изучения генезиса дождевого стока путем дождевания больших площадок горных склонов при различном их хозяйственном использовании, что имеет гораздо большее приближение к истинным условиям формирования паводков в бассейне реки Мзымта.

**Ключевые слова:** почвенный покров; дождевой склоновый сток; экспериментальное исследование стока; горные склоны Северо-Западного Кавказа; бассейн реки Мзымта.