

DOI: 10.18454/2079-6641-2017-20-4-35-42

УДК 523.74

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО  
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА ЗЕМНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ В БАССЕЙНЕ АРАКСА НА ГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ  
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ**

**В. Г. Маргарян**

Ереванский государственный университет, Географический и геологический факультет. Кафедра физической географии и гидрометеорологии, Республика Армения, г. Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, 0025

E-mail: vmargaryan@ysu.am

В работе обсуждены и проанализированы закономерности пространственно-временного распределения радиационного баланса подстилающей поверхности в условиях горной территории Республики Армения

*Ключевые слова: радиационный баланс подстилающей поверхности, закономерности пространственно-временного распределения, Республика Армения*

© Маргарян В. Г., 2017

MSC 86A10

**THE REGULARITIES OF THE SPACE-TEMPORAL DISTRIBUTION OF THE  
RADIATION BALANCE OF THE UNDERLYING SURFACE IN ARAKS BASIN  
ON MOUNTAINOUS TERRITORY OF THE REPUBLIC OF ARMENIA**

**V. G. Margaryan**

Yerevan State University. Faculty of Geography and Geology, Department of Physical Geography and Hydrometeorology, Republic of Armenia

E-mail: vmargaryan@ysu.am

The regularities of the space-temporal distribution of the radiation balance of the underlying surface for the conditions of the mountainous territory of the Republic of Armenia were discussed and analyzed

*Key words: radiation balance of the underlying surface, regularities of space-temporal distribution, Araks river basin, Republic of Armenia*

© Margaryan V. G., 2017

## Введение

Радиационный баланс подстилающей поверхности, т. е. разность прихода-расхода лучистой энергии Солнца, является одним из основных климатообразующих факторов данной территории. Величиной радиационного баланса подстилающей поверхности в основном определяется распределение тепла в нижних слоях почвы и в приземном слое воздуха.

Солнце является чистым и неиссякаемым источником энергии, имеющим самое широкое применение. За последние годы компании, занимающиеся развитием солнечной энергетики, стали доходными, конкурируя с компаниями, работающими с традиционными энергоносителями – и по экономической прибыльности, и по безопасности. Солнечная энергия широко применяется для получения тепловой энергии с помощью водонагревательных систем, а также для получения электроэнергии с помощью фотоэлектрических преобразователей. Однако, виды восстанавливающейся энергетики, в том числе и технологии, основанные на солнечной энергии, в нашей стране пока что не нашли должного применения.

Учитывая выше сказанное, в работе поставлена цель изучить, выявить и оценить закономерности пространственно-временного распределения радиационного баланса подстилающей поверхности, в особенности, в условиях глобального изменения климата горной территории Республики Армения.

## Материалы и методы исследования

С целью решения поставленных задач в работе теоретической и информационной основой послужили соответствующие исследования, опубликованные работы [3]-[6]. В качестве исходного материала в работе использованы результаты фактических актинометрических наблюдений МЧС Республики Армения Службы по гидрометеорологии и активному воздействию на атмосферные явления”, а также справочники солнечной радиации [7]. На сети актинометрических станций Республики Армения наблюдения за радиационным балансом проводятся с 1957 г. Путем обработки материалов этих наблюдений были определены среднемесячные интенсивности радиационного баланса при ясном небе и при действительных условиях погоды.

Республика Армения гористая страна – средняя высота над уровнем моря составляет 1800 м. Площадь республика составляет 29,8 тыс. км<sup>2</sup>, только 10 % ее расположено в зоне 500-1000 м над уровнем моря. Остальная часть территории находится в пределах горной зоны, причем 47 % в зоне 1000-2000 м и 43 % выше 2000 м. Пересеченность рельефа республики велика. На сравнительно небольшой территории республики большая пестрота рельефа по вертикали и расчлененность по горизонтали приводят к многообразию форм рельефа, экспозиций склонов и степени крутизны. В результате всего этого почвенно-климатические условия республики представлены очень разнообразно.

Радиационный баланс земной поверхности, в зависимости от географической широты, суточного и годового времени, погодных условий и т.д, меняется [2]. Величина радиационного баланса зависит также от экспозиции склонов и закрытости горизонта, так как от этих же элементов зависят как продолжительность солнечного сияния, так и величина суммарной радиации. Он может быть как положительным, так и отрицательным. Днем, когда поверхность Земли постоянно получает солнечное тепло,

баланс бывает положительным, а ночью, наоборот, отрицательным. В течение года летом баланс бывает положительный, а зимой - отрицательный.

В качестве метеорологической основы в работе использованы географический, математико-статистический, экстраполяционный методы, а также методы сопоставления, сравнения, анализа и корреляции. Радиационный баланс подстилающей поверхности можно определить по данным суммарной радиации, альбедо и эффективного излучения по формулам. Радиационный баланс можно подсчитать для разных промежутков времени (минута, день, месяц, сезон, год и т. д.).

## Результаты и обсуждения

В таблице приведены месячные и годовые суммы радиационного баланса по данным фактических наблюдений при ясном небе и при действительных условиях погоды (при средней облачности) в горной территории РА, которые имеют довольно таки большой разброс. Причем с высотой местности происходит значительное их уменьшение.

Таблица

**Месячные и годовые величины (МДж/м<sup>2</sup>) радиационного баланса на гористой территории бассейна Аракса**

Метеорологические станции	Месяцы												Годовой
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<b>При ясном небе</b>													
<u>Ереван "агро"</u>	3,00	90,0	267	397	449	440	422	371	299	172	61,0	9,00	<b>2980</b>
<u>Гюмри</u>	-32,0	24,0	226	424	582	596	507	411	366	252	60,0	-26,0	<b>3390</b>
<u>Мартуни</u>	-83,0	-36,0	56,0	285	459	464	471	398	282	158	-21,0	-82,0	<b>2351</b>
<u>Севан ГМО</u>	-22,0	-2,00	145	403	521	485	466	407	317	206	92,0	-21,0	<b>2997</b>
<u>Вороганский перевал</u>	-34,0	15,0	83,0	185	509	542	552	370	354	244	43,0	-46,0	<b>2817</b>
<b>При средней облачности</b>													
<u>Ереван "агро"</u>	8,00	53,0	172	272	378	425	429	358	241	172	61,0	5,00	<b>2574</b>
<u>Гюмри</u>	-24,0	3,00	125	200	312	410	400	364	247	132	18,0	-38,0	<b>2149</b>
<u>Мартуни</u>	-3,00	14,0	120	263	349	434	450	373	268	134	43,0	-14,0	<b>2431</b>
<u>Севан ГМО</u>	-59,0	-33,0	32,0	114	201	284	322	275	191	82	-36,0	-83,0	<b>1290</b>
<u>Вороганский перевал</u>	-12,0	18,0	64,0	127	299	434	454	381	289	169	36,0	-9,00	<b>2250</b>

Согласно таблице, радиационный баланс в течение года в условиях гористой территории РА изменяется довольно в большом диапазоне, причем с высотой местности происходит значительное его уменьшение. Последний составляет при ясном небе от 1290 МДж/м<sup>2</sup> (Мартуни) до 2574 МДж/м<sup>2</sup> (Ереван "агро"), а при средней облачности - от 2351 (Мартуни) до 3390 МДж/м<sup>2</sup> (Гюмри). Отрицательный баланс наблюдается только в течение 3-4 зимних месяцев. Как правило, в первой половине года наблюдается быстрое увеличение интенсивности радиационного баланса, а во второй половине года, наоборот, наблюдается постепенное ее уменьшение. В среднем радиационный баланс составляет от 27 % фактических сумм суммарной радиации на высокогорных станциях до 46 % на станциях Ереван "агро" и Гюмри.

При рассмотрении данных этой таблицы отмечается уменьшение годовых сумм радиационного баланса с высотой местности как при ясном небе, так и при действительных условиях погоды. Месячные суммы радиационного баланса в осенний

и зимний периоды с высотой местности, как правило, уменьшаются, а во вторую половину весеннего периода и в летний период постепенно увеличиваются. Одновременно можно заметить, что значительное уменьшение величины радиационного баланса с высотой местности происходит, начиная с высоты 1500-1600 м, что объясняется резким увеличением альbedo на этих высотах.

Расчеты показали, что наибольшее значение интенсивности радиационного баланса в суточном ходе приходится на полдень для всех высот (рис. 1), максимальное значение в годовом ходе наблюдается в мае-июне при ясном небе и в июле – при средней облачности.

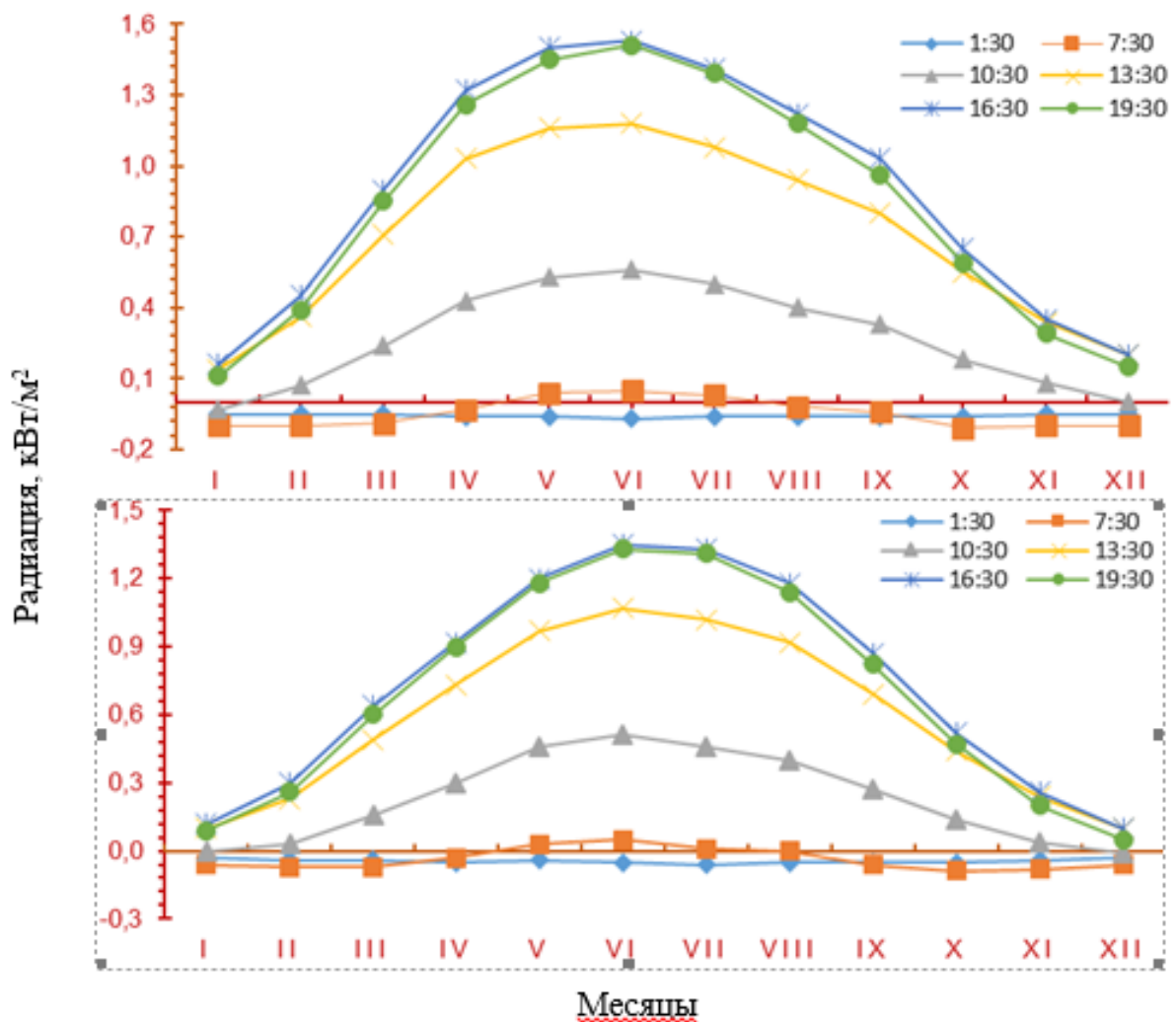


Рис. 1. Внутригодовое распределение срочных величин радиационного баланса при ясном небе и при средней облачности для станции Ереван "агро"

Отмечается уменьшение годовых сумм радиационного баланса с высотой местности как при ясном небе, так и при средней облачности (рис. 2).

Расчеты показали, что хорошо прослеживается уменьшение месячных сумм радиационного баланса с высотой местности почти с сентября по апрель (при ясном небе) и с октября по май (при средней облачности), что соответствует увеличению альbedo с высотой местности.

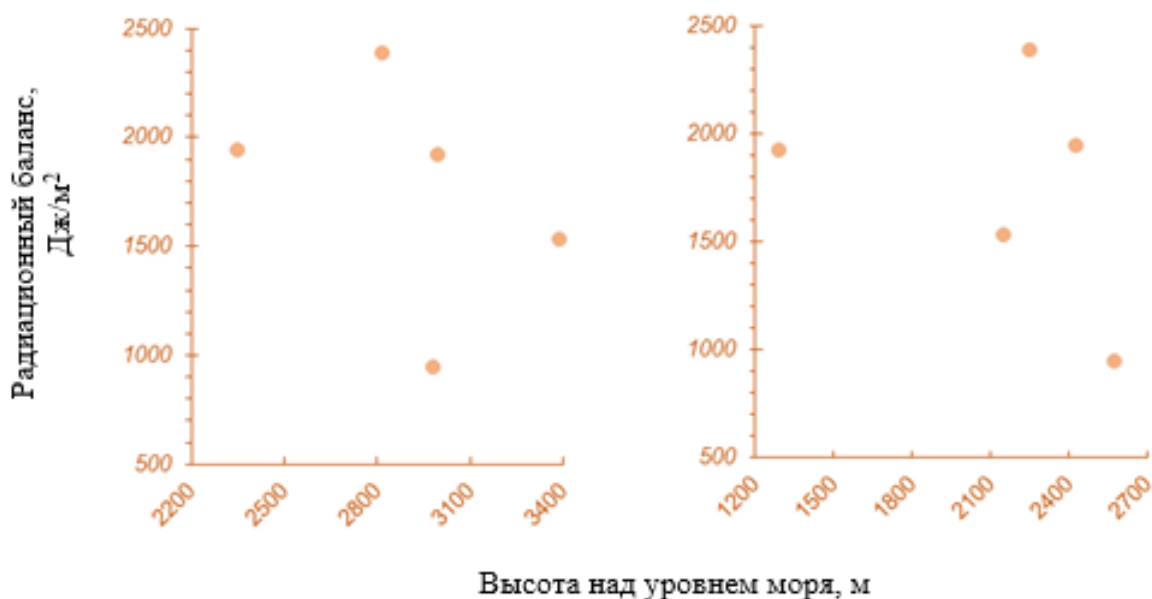


Рис. 2. Зависимость годовых величин радиационного баланса от высоты местности в бассейне р. Аракс РА 1- при ясном небе; 2- при средней облачности

С мая по октябрь и с июня по сентябрь, наоборот, соответственно, с высотой местности отмечается некоторое увеличение месячных сумм радиационного баланса, в то время как альbedo имеет тенденцию к уменьшению.

Из-за комплексного влияния локальных факторов зависимость радиационного баланса от высоты местности тесно не прослеживается. Одной из причин является также недостаточное количество актинометрических станций, что является актуальной проблемой исследования радиации. С другой стороны, актинометрические приборы и технические средства устарели, есть некоторые проблемы, связанные с неудовлетворительным уровнем подготовки персонала. Поэтому, для осуществления полного радиационного мониторинга и исследований, необходимо увеличить количество актинометрических станций, приобрести современное оборудование, мобильные лаборатории (автомобили), решить проблему образования и подготовки квалифицированных кадров.

При подсчете систем солнечного пассивного обогрева и охлаждения необходимо иметь также данные прямой и рассеянной солнечной радиации вертикальных поверхностей разной экспозиции. Вся территория Армении расположена в пределах 38-42° северной широты. В работе представлены расчетные данные [8] радиации вертикальных поверхностей разной экспозиции на этих широтах в разные часы светового дня июля месяца, в условиях ясного неба.

На рис. 3 представлено пространственное распределение годовых величин радиационного баланса.

Таким образом, распределение радиации на территории республики неравномерно как во времени, так и в пространстве.

В республике есть благоприятные условия для непосредственного использования солнечной энергии, особенно, если учесть возможности современной техники использования солнечной энергии. Озобилие солнечной энергии в Армении создает благоприятные условия для выращивания ценных сельскохозяйственных культур, однако, только при условиях орошения.

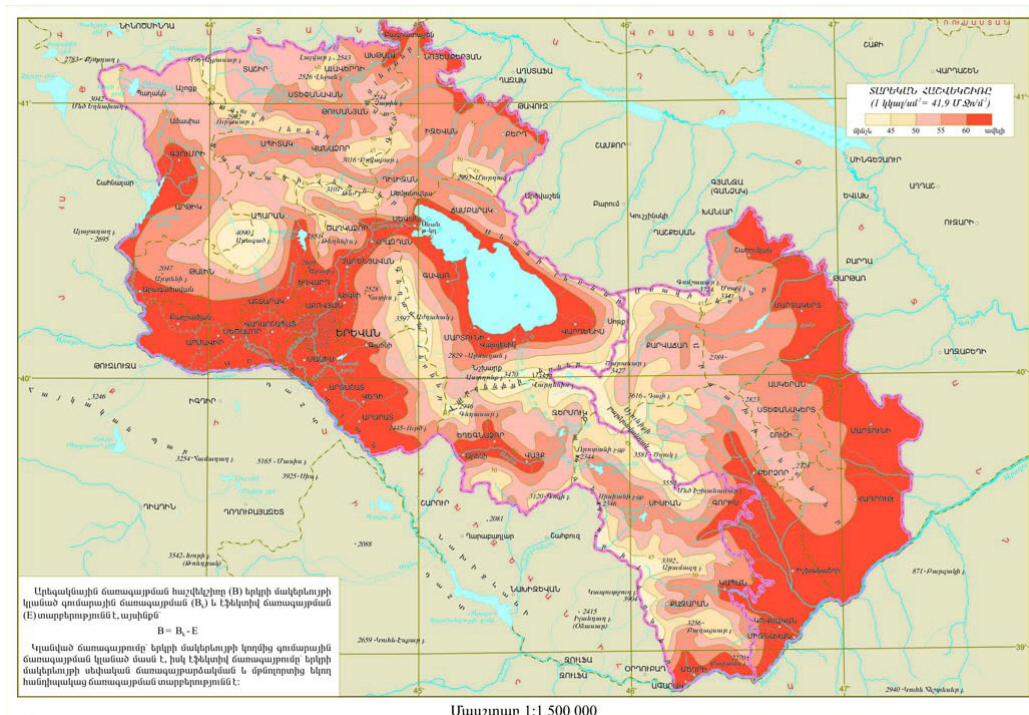


Рис. 3. Пространственное распределение годовых величин радиационного баланса на горной территории Армении [1]

Особо значимые культуры выращивают до высоты 1000-1200 м. На изучаемой территории потенциал солнечной энергии создает в регионе благоприятные условия для климатолечения, солнечного лечения и лечебного туризма.

## Заклучения и предложения

Таким образом, на изучаемой территории обусловленный физико-географическим положением и антропогенным фактором режим радиации выделяется значительным разнообразием пространственно-временного распределения.

Радиационный баланс имеет четко выраженный дневной ход, соответствующий дневному ходу высоты Солнца, с максимальным значением в полдень, с минимальным – в утренние часы. Годовой ход радиационного баланса почти следует за годовым ходом полуденных высот Солнца, особенно в летнее время, и достигает максимального значения в мае-июне, при действительных условиях погоды - в июле. Минимальное значение радиационного баланса как при ясном небе, так и при действительных условиях погоды наблюдается в январе.

Хорошо прослеживается уменьшение месячных сумм радиационного баланса с высотой местности почти с октября по март, что соответствует увеличению альбедо с высотой местности. С мая по сентябрь, наоборот, с высотой местности отмечается некоторое увелечение месячных сумм радиационного баланса, в то время как альбедо имеет тенденцию к уменьшению. Значительное изменение месячных сумм радиационного баланса с высотой местности происходит, начиная с высоты 1500-1600 м и выше.

Большой потенциал солнечной энергии как в Армении, так и на исследуемой территории, и эффективное использование последней значительно уменьшит количество импортируемых энергоносителей.

## Список литературы

- [1] *Национальный атлас Армении*. Т. I, Геодезия и картография центр, Ереван, 2007, 232 с. [*Natsional'nyu atlas Armenii*. V. I, Geodeziya i kartografiya tsentr, Erevan, 2007, 232 pp.]
- [2] Варданян Т. Г., Маргарян В. Г., *Метеорология и климатология*, Учеб. пособие для вузов, Астхик Гратун, Ереван, 2014, 532 с. [Vardanyan T. G., Margaryan V. G., *Meteorologiya i klimatologiya*, Ucheb. posobie dlya vuzov, Astkhik Gratun, Erevan, 2014, 532 pp.]
- [3] “Влаго- и теплообмен над водоемами и сушей в горных условиях”, *Труды ЗакНИГМИ*. Т. 29(35), ред. Под ред. А. М. Мхитаряна, Гидрометеиздат, Л., 1969, 210 с. [“Vlago- i teploobmen nad vodoemami i sushey v gornyx usloviyakh”, *Trudy ZakNIGMI*. V. 29(35), ed. Pod red. A. M. Mkhitaryana, Gidrometeoizdat, L., 1969, 210 pp.]
- [4] Карташян Р. А., Мхитарян А. М., “Радиационный режим территории Армянской ССР”, *Труды ЗакНИГМИ*. Т. 39(45), Гидрометеиздат, Л., 1970, 136 с. [Kartashyan R. A., Mkhitaryan A. M., “Radiatsionnyy rezhim territorii Armyanskoy SSR”, *Trudy ZakNIGMI*. V. 39(45), Gidrometeoizdat, L., 1970, 136 pp.]
- [5] Константинов А. Р., Гойса Н. И., “Методика расчета радиационного баланса и эффективного излучения по температуре и влажности воздуха, измеренным на метеорологических станциях”, *Труды УкрНИГМИ*, **35** (1963), 62–72. [Konstantinov A. R., Goysa N. I., “Metodika rascheta radiatsionnogo balansa i effektivnogo izlucheniya po temperature i vlazhnosti vozdukha, izmerennym na meteorologicheskikh stantsiyakh”, *Trudy UkrNIGMI*, **35** (1963), 62–72].
- [6] Мхитарян А. М., Мкртчян Р. С., Акопян А. С., Карташян Р. А., Никогосян Г. Т., Торгомьян М. С., “Тепловой и водный режим территории Армянской ССР и агрометеорологическое обоснование норм и сроков орошения с/х полей в горных условиях”, *Труды ЗакНИГМИ*. Т. 59(65), Гидрометеиздат, Л., 1974, 259 с. [Mkhitaryan A. M., Mkrтчyan R. S., Akopyan A. S., Kartashyan R. A., Nikogosyan G. T., Torgomyan M. S., “Teplovoy i vodnyy rezhim territorii Armyanskoy SSR i agrometeorologicheskoe obosnovanie norm i srokov orosheniya s/kh poley v gornyx usloviyakh”, *Trudy ZakNIGMI*. V. 59(65), Gidrometeoizdat, L., 1974, 259 pp.]
- [7] *Справочник солнечной радиации на территории Республики Армения*, Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды МЧС РА, Ереван, 2011, 14 с. [*Spravochnik solnechnoy radiatsii na territorii Respubliki Armeniya*, Upravlenie po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy MChS RA, Erevan, 2011, 14 pp.]
- [8] *Строительная климатология. Строительные нормативы Республики Армения, система нормативных документов в строительстве, министерство градостроительства Республики Армения*, В рамках программ “Армения: повышение энергетической эффективности городского отопления и горячего водоснабжения” ПРООН-ГЭФ/00035799 и “Повышение энергетической эффективности зданий” ПРООН-ГЭФ//00059937, Ереван, 2013, 54 с. [*Stroitel'naya klimatologiya. Stroitel'nye normativy Respubliki Armeniya, sistema normativnykh dokumentov v stroitel'stve, ministerstvo gradostroitel'stva Respubliki Armeniya*, V ramkakh programm “Armeniya: povyshenie energeticheskoy effektivnosti gorodskogo otopleniya i goryachego vodosnabzheniya” PROON-GEF/00035799 i “Povyshenie energeticheskoy effektivnosti zdaniy” PROON-GEF//00059937, Erevan, 2013, 54 pp.]

## Список литературы (ГОСТ)

- [1] Национальный атлас Армении. Том I. Геодезия и картография центр. Ереван: 2007. 232 с.

- [2] Варданян Т. Г., Маргарян В. Г. Метеорология и климатология // Учеб. пособие для вузов. Ереван: Астхик Гратун», 2014. 532 с.
- [3] Влаго- и теплообмен над водоемами и сушей в горных условиях. /Под ред. А.М. Мхитаряна. Труды ЗакНИГМИ, вып. 29(35). Л.: Гидрометеиздат, 1969. 210 с.
- [4] Карташян Р. А., Мхитарян А. М. Радиационный режим территории Армянской ССР. Труды ЗакНИГМИ, вып. 39(45). Л.: Гидрометеиздат, 1970. 136 с.
- [5] Константинов А. Р., Гойса Н. И. Методика расчета радиационного баланса и эффективного излучения по температуре и влажности воздуха, измеренным на метеорологических станциях // Труды УкрНИГМИ. 1963. вып. 35. С. 62–72.
- [6] Мхитарян А. М., Мкртчян Р. С., Акопян А. С., Карташян Р. А., Никогосян Г. Т., Торгомян М. С. Тепловой и водный режим территории Армянской ССР и агрометеорологическое обоснование норм и сроков орошения с/х полей в горных условиях. Труды ЗакНИГМИ, вып. 59(65). Л.: Гидрометеиздат, 1974. 259 с.
- [7] Справочник солнечной радиации на территории Республики Армения. Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды МЧС РА. Ер.: 2011. 14 с.
- [8] Строительная климатология. Строительные нормативы Республики Армения, система нормативных документов в строительстве, министерство градостроительства Республики Армения. В рамках программ “Армения: повышение энергетической эффективности городского отопления и горячего водоснабжения” ПРООН-ГЭФ/00035799 и “Повышение энергетической эффективности зданий” ПРООН-ГЭФ//00059937. Ер.: 2013. 54 с.

**Для цитирования:** Маргарян В. Г. Закономерности пространственно-временного распределения радиационного баланса земной поверхности в бассейне Аракса на горной территории Республики Армения // *Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2017. № 4(20). С. 35-42. DOI: 10.18454/2079-6641-2017-20-4-35-42

**For citation:** Margaryan V. G. The regularities of the space-temporal distribution of the radiation balance of the underlying surface in Araks basin on mountainous territory of the Republic of Armenia, *Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki*. 2017, **20**: 4, 35-42. DOI: 10.18454/2079-6641-2017-20-4-35-42

Поступила в редакцию / Original article submitted: 28.11.2017