УДК: 551.521.1
М 23

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ В УСЛОВИЯХ КЫРГЫЗСТАНА

***Бекболотова Айгуль Керимкуловна**, доктор биологических наук, профессор, Институт горного дела и горных технологий им. акад. У. Асаналиева, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй 215, E-mail: doctor_bekbolotova@mail.ru*
***Токтокожоева Тамара Кумарбековна**, старший преподаватель, Институт горного дела и горных технологий им. акад. У. Асаналиева, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй 215, E-mail: ttoktokozhoeva@mail.ru*
***Бейшенкулова Динара Асанкановна**, кандидат технических наук, доцент, Институт горного дела и горных технологий им. акад. У. Асаналиева, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй 215, E-mail: dinara7070@mail.ru*
***Мирлан кызы Мадина**, магистр, Институт горного дела и горных технологий им. акад. У.Асаналиева, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй 215*

Печальную картину представляла бы Земля без солнечного света. Не существовало бы растений, животных и самого человека, а единственными живыми организмами были бы лишь бактерии, способные обходиться без солнца. Именно солнечный свет прямым или косвенным образом стимулирует тканевое дыхание, оказывает противовоспалительные эффекты, укрепляет защитные силы организма, обеспечивает нормальное развитие костного скелета и жизнедеятельности человека.

Однако, в настоящее время доказано, что увеличение ультрафиолета на поверхности Земли, из-за истощения озонового слоя, может вызвать острые и хронические повреждения кожи, снижение функции иммунной системы, нарушения в ДНК. Наиболее могут быть подвержены воздействию прямых солнечных лучей те, кто работает или трудится на открытом воздухе. Также ультрафиолетовая радиация увеличивается на 3-4% при подъеме на каждые 300 м над уровнем моря.

А в Кыргызстане около 90% территории расположены выше 1500 м над уровнем моря и 65% населения проживают в условиях выше 1000 метров над уровнем моря. Поэтому в горах интенсивность УФИ возрастает, и возрастает оно также из-за уменьшения плотности воздуха и снижения его способности поглощать вредные лучи [7, 14, 15].

В 1992г., когда истощение озона было значительно, уровень ультрафиолета над Южным полюсом было в четыре раза больше, чем в предыдущем году. Продолжительное повышение уровня ультрафиолетового излучения (УФИ) было зафиксировано в 1992–1993г.г. в густонаселенных районах Торонто, Канады уровень УФИ был выше на 35 %, а в 1999г. юге Аргентины ультрафиолета был выше на 45 %, чем в предыдущие годы в этих же широтах. Также результаты глобального наблюдения показывают, что УФИ на поверхности Земли, вызывающее солнечные ожоги, возрастает [9, 13, 16, 17, 18].

По данным кыргызских ученых, которые ведут непрерывные наблюдения с 1978 года за озоновым слоем над Центрально-Азиатским Регионом, в весеннее время и в начале лета появляются глубокие отрицательные аномалии с дефицитом озона до 25-30%. Эти аномалии связывают академик НАН КР Токтомышев С.Ж. и др. с появлением над горным регионом Кыргызстана локальных озоновых дыр. Каждая аномалия сопровождается усилением солнечной ультрафиолетовой радиации на 2,5% и достигает на поверхности Земли и самое большое увеличение УФИ обнаруживается там, где наблюдается самое большое уменьшение

общего озона. На основе имитационных моделей ожидается, что в будущем уровень УФИ у поверхности Земли будет значительно выше, чем в настоящее время [10, 11, 12].

Поэтому эксперты Всемирной Организации Здравоохранении рекомендуют принятие мер для того, чтобы защитить население от вредного ультрафиолетового излучения.

В этой связи, целью данного исследования являлось вести наблюдения за интенсивностью ультрафиолетовой радиации Солнца в различных геоэкологических условиях Кыргызстана. При этом объектами исследования был атмосферный воздух Иссык-Кульской и Нарынской области, где проводился мониторинг за уровнем ультрафиолетового излучения Солнца. Эти регионы различаются природно-геоклиматическими особенностями [1, 2, 3, 4].

По данным [10, 12] авторов уменьшение содержания озона в атмосфере сопровождается увеличением УФ-В радиации на поверхности Земли, т.е. если минимальные отклонения общего содержания озона достигает минус 20%, то максимальное увеличение УФ-В составляет 40%. Поэтому изменение озона в Кыргызстане может быть предсказано по изменению уровня ультрафиолетовой радиации, так как истощение стратосферного озона сопровождается увеличением интенсивности солнечной биологически активной ультрафиолетовой радиации на поверхности Земли.

Ключевые слова: Ультрафиолетовая радиация, климат, озоновый слой, индекс ультрафиолетовой радиации, Солнечная энергия, температура, влажность, высокогорья

ECOLOGICAL SOLAR RADIATION IN THE CONDITIONS OF KYRGYZSTAN

Bekbolotova Aigul K., *Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Mining and Mining Technologies named after acad. U. Asanaliev, 720044, Kyrgyz Republic, Bishkek, 215 Chui Ave., E-mail: doctor_bekbolotova@mail.ru*

Toktokozhoeva Tamara K., *senior lecturer, Institute of Mining and Mining Technologies named after acad. U. Asanaliev, 720044, Kyrgyz Republic, Bishkek, 215 Chui Ave., E-mail: ttoktokozhoeva@mail.ru*

Beyshenkulova Dinara A., *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Institute of Mining and Mining Technologies named after acad. U. Asanaliev, 720044, Kyrgyz Republic, Bishkek, 215 Chui Ave., E-mail: dinara7070@mail.ru*

Mirlan kyzy Madina*, Master, Institute of Mining and Mining Technologies named after acad. U.Asanaliev, 720044, Kyrgyz Republic, Bishkek, 215 Chui Ave.*

A sad picture would be the Earth without sunlight. There would be no plants, animals and the man himself, and the only living organisms would be bacteria that can do without the sun. It is the sunlight that directly or indirectly stimulates the tissue respiration, has anti-inflammatory effects, strengthens the defenses of the body, ensures the normal development of the skeleton and life of a person.

However, it is now proven that an increase in ultraviolet radiation on the Earth's surface, due to depletion of the ozone layer, can cause acute and chronic skin damage, a decrease in the function of the immune system, and disruption in DNA. The most likely to be exposed to direct sunlight are those who work or work outdoors. Also, ultraviolet radiation increases by 3-4% with an increase for

every 300 m above sea level.

And in Kyrgyzstan, about 90% of the territory is located above 1500 m above sea level and 65% of the population live in conditions above 1000 meters above sea level. Therefore, in the mountains, the intensity of UFI increases, and it also increases because of a decrease in air density and a decrease in its ability to absorb harmful rays [7, 14, 15].

In 1992, when ozone depletion was significant, the level of ultraviolet radiation over the South Pole was four times higher than in the previous year. A prolonged increase in the level of ultraviolet radiation (UVI) was recorded in 1992-1993. In the densely populated areas of Toronto, Canada, the UFI level was 35% higher, and in 1999, South of Argentina, ultraviolet radiation was higher by 45% than in previous years in the same latitudes. Also, the results of global observation show that UV radiation on the Earth's surface causing solar burns increases [9, 13, 16, 17, 18].

According to the data of Kyrgyz scientists who have been conducting continuous observations since 1978 for the ozone layer over the Central Asian Region, in the spring and early summer there are deep negative anomalies with an ozone deficit of up to 25-30%. These anomalies are connected by academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic Toktomyshev S.Zh. and others with the appearance of local ozone holes over the mountainous region of Kyrgyzstan. Each anomaly is accompanied by an increase in solar ultraviolet radiation by 2.5% and reaches the Earth's surface and the largest increase in UFD is found where the greatest decrease in total ozone is observed. On the basis of simulation models, it is expected that in the future the UFI level at the Earth's surface will be much higher than at the present time [10, 11, 12].

Therefore, experts of the World Health Organization recommend taking measures to protect the population from harmful ultraviolet radiation.

Keywords: Ultraviolet radiation, climate, ozone layer, ultraviolet radiation index, Solar energy, temperature, humidity, highlands

Понимая актуальность и значимость проблемы – истощения озонового слоя правительства многих стран приняли Венскую конвенцию и подписали Монреальский протокол, запрещающих применения озоноразрушающих веществ, а Кыргызстан ратифицировал Венскую конвенцию и Монреальский протокол в 2000 году и в 2004 году в стране создан Озоновый Центр, координирующий действия государственных органов по вопросам, касающихся к озоновому слою. В 2006 году Жогорку Кенешом Кыргызской Республики принят закон «Об охране озонового слоя». В 2008 году принято постановление правительством КР «О прекращении использования озоноразрушающих веществ в Кыргызстане». В этом постановлении поручено Министерству образования и науки Кыргызской Республики совместно с Министерством здравоохранения КР и Государственным агентством по охране окружающей среды и лесному хозяйству при Правительстве КР «Обеспечить информирования общественности о проблемах сохранения озонового слоя о методах защиты населения от воздействия повышенного ультрафиолетового излучения» [5, 6]. В 2008 году вышел приказ Министерства образования и науки «О проведении международного дня охраны озонового слоя во всех учебных заведениях».

В связи с этим, перед учебными заведениями ставилась задача об участии в реализации Венской конвенции и Монреальского протокола в Кыргызстане.

Уровень Солнечной радиации измеряли с помощью прибора, который приведен на рисунке 1, «Цифровой погодный центр с бегущей строкой». Он еще называется «Современной метеорологической станцией». Этот уникальный прибор показывает температуру, измеренную 5 независимыми автономными радио-датчиками в различных

местах, ультрафиолетовую радиацию на длинах волны 280-315 нанометр с помощью измерителя интенсивности УФ-ых лучей «RST 02871». Автономные радиодатчики передают в метеорологическую станцию результаты измерений на радиочастоте 433 МГц на расстоянии до 30 м.

Рисунок 1. Метеостанция «Цифровой погодный центр с бегущей строкой 02977», измеритель интенсивности UV лучей «RST 02871» и дополнительный датчик RF

Как видно из рисунка 1, весной в марте месяц в условиях среднегорного климата средний ультрафиолетовый (УФ) индекс Солнца менялся в течение дня: 8^{00} часов утра УФ индекс составил 1 индекс, с 10^{00} часов до 16^{00} часов – 5 и 6 индексов, вечером (18^{00} часов) – 1 индекс. Температура воздуха колебалась от 16^{0}С (утром и в полдень) до 21^{0}С (вечером), а влажность воздуха составляла в течение дня 33, 32, 27, 29, 25 и 28% соответственно 8, 10, 12, 14, 16 и 18 часов.

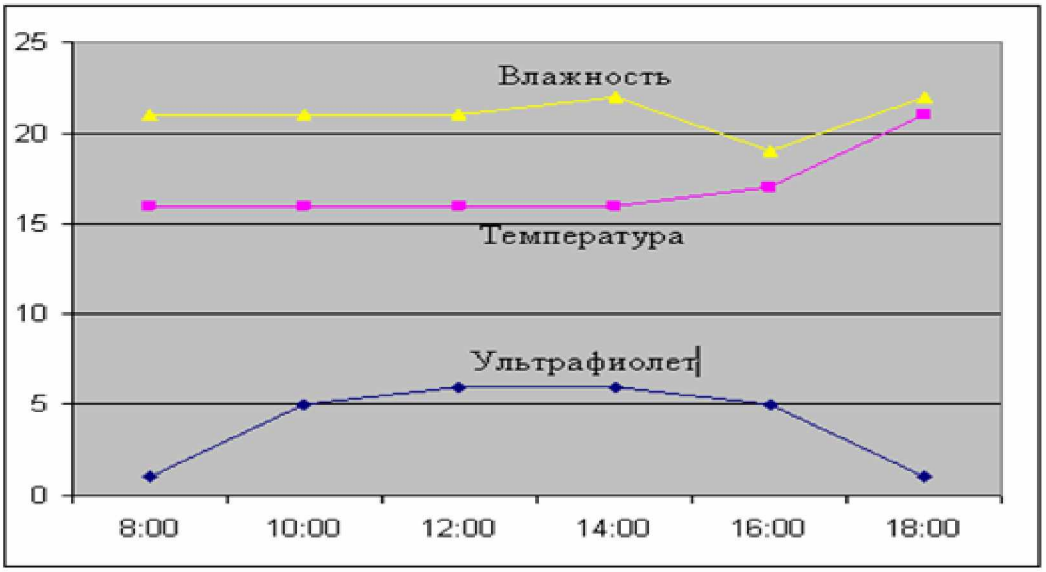

Рисунок 1. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в среднегорье за март месяц

В апреле месяц в этом же регионе резких изменений средних показателей – ультрафиолетовой радиации и температуры воздуха не наблюдались (рис. 2).

В мае месяц ультрафиолетовая радиация увеличивается с 10^{00} до 14^{00} часов на 1,4 и на 1,3 раза соответственно, по сравнению с апрелем месяц, а вечером (18^{00} часов) она составляла 3 индекс против 1 индекс в апреле месяц.

В мае месяц также было выше температура воздуха, и она составляла в среднем 17, 24, 25, 19, 20 и 16^{0}С соответственно в 8, 10, 12, 14, 16 и 18^{00} часов. С повышением температуры окружающей среды снизились и средние показатели влажности воздуха (рис. 3).

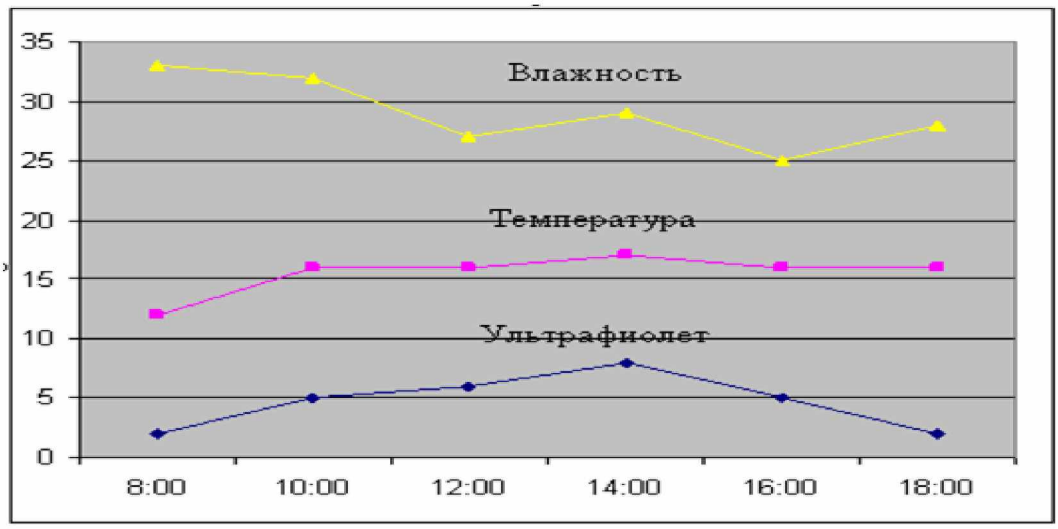

Рисунок 2. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в среднегорье за апрель месяц

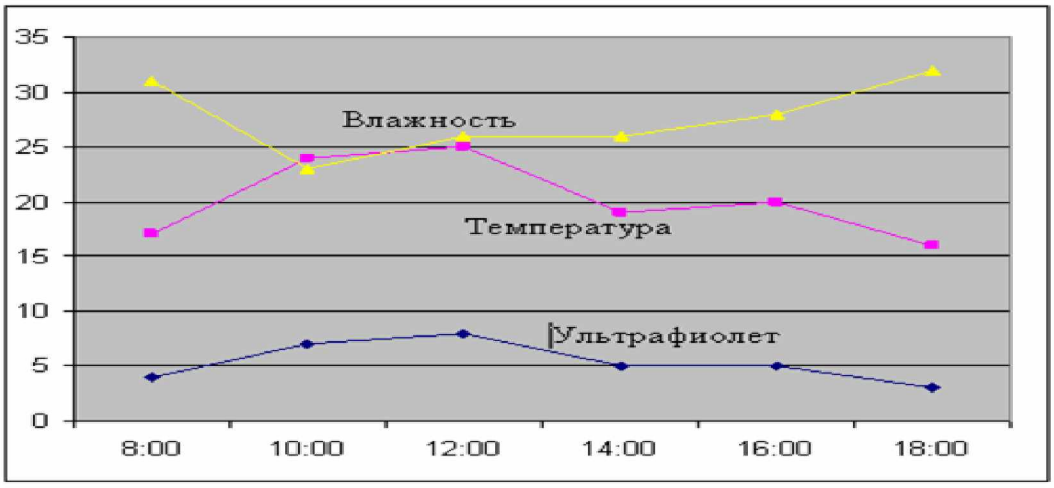

Рисунок 3. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в среднегорье за май месяц

На основании полученных данных в условиях среднегорного климата можно сделать вывод о том, что весной ультрафиолетовая радиация превышает норму в 2-3 раза (норма 1-2 индекс), хотя температура воздуха была не очень высокой. Оставалось также в норме влажность воздуха (табл. 1).

Таблица 1

Средние показатели УФ радиации, температуры и влажности воздуха весной в условиях 1600 м над уровнем моря

Показатели	Время измерения показателей					
	8^{00}	10^{00}	12^{00}	14^{00}	16^{00}	18^{00}
УФ	2,3	5,6	6,6	6,3	5	2
Температура	15	18	19	17	17	17
Влажность	28	25	24	25	24	27

Полученные данные летом, с июня по август месяц, в среднегорье показывают, что ультрафиолетовая радиация Солнца возрастает резко и она больше на 1,5 раза, чем в весенние месяцы. Так, в июне средний показатель ультрафиолета был высоким с 10^{00} часов до 16^{00}, т.е. 9 и 9 индекс соответственно, а вечером (18^{00}) – 3 индекс (рис. 4).

Как видно из рисунков 5 и 6, эти же показатели за июль и август месяцы были более высокими, чем первый месяц лето (рис. 4), и составили 9, 10, 6 индексов в июле, 10, 11, 6 – в августе месяц 10^{00}, 12^{00}, 14^{00} часов соответственно. При этом средняя температура воздуха составляла от 21^{0}С до 25^{0}С, а влажность воздуха – с 20% до 29 %.

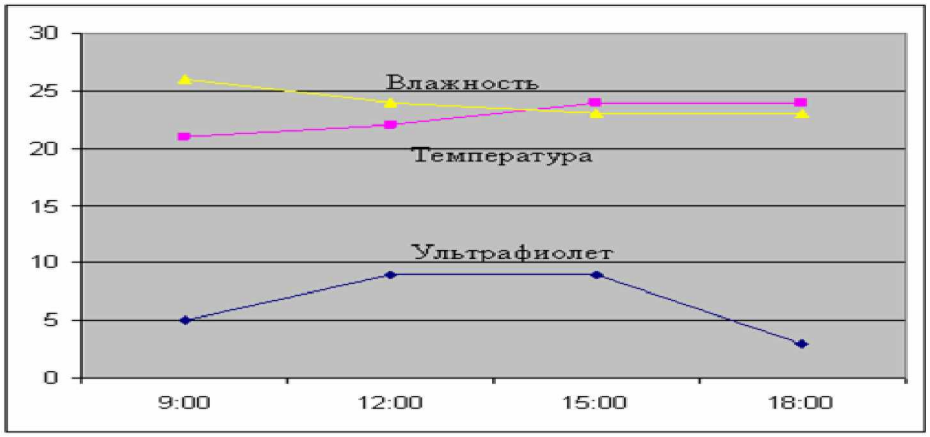

Рисунок 4. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в среднегорье за июнь месяц

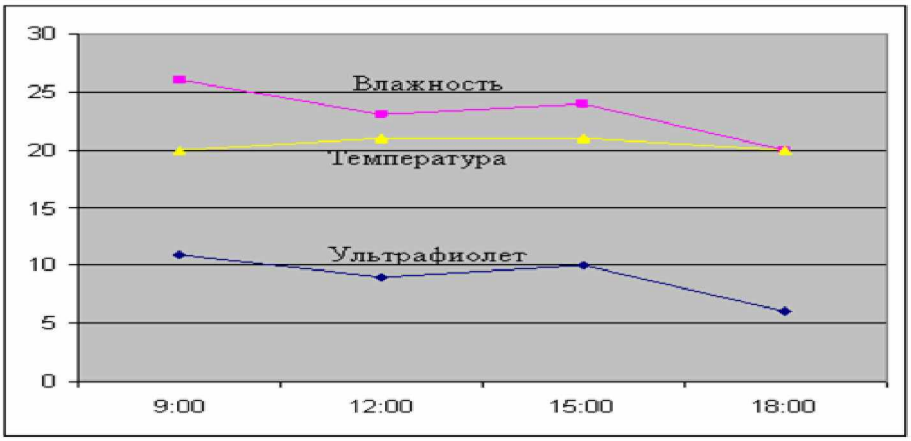

Рисунок 5. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в среднегорье за июль месяц

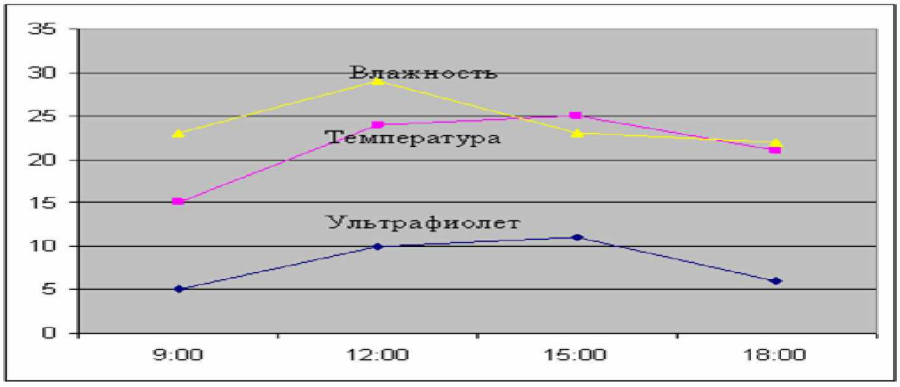

Рисунок 6. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в среднегорье за август месяц

Таким образом, в летний период в условиях среднегорья средний показатель ультрафиолетовой радиации Солнца остается высоким и составляет: 7, 9, 10, 5 индекс в 9, 12, 15, 18^{00} часов соответственно. При этом температура воздуха была не очень высокой, и она составляла в пределах 20-24^{0}С, а влажность воздуха была почти в норме (23-22%) (табл. 2).

Таблица 2

Средние показатели УФ радиации, температуры и влажности воздуха летом в условиях 1600 м над уровнем моря

Показатели	Время измерения показателей			
	9^{00}	12^{00}	15^{00}	18^{00}
УФ	7	9	10	5
Температура	20	23	24	21
Влажность	23	24	22	22

Согласно с целью данной работы, проводили наблюдение за интенсивностью ультрафиолетовой радиации Солнца температуры и влажности воздуха в условиях высокогорья (3200 м над уровнем моря).

Весной средний показатель ультрафиолетовой радиации составил от 3 до 11 индексов. Так, в апреле месяц при температуре воздуха в среднем от +5^{0}С до +8^{0}С солнечная радиация достигала 3, 5, 6, 8, 6, 4 индекса 8^{00}, 10^{00}, 12^{00}, 14^{00}, 16^{00}, 18^{00} часов соответственно (рис. 7).

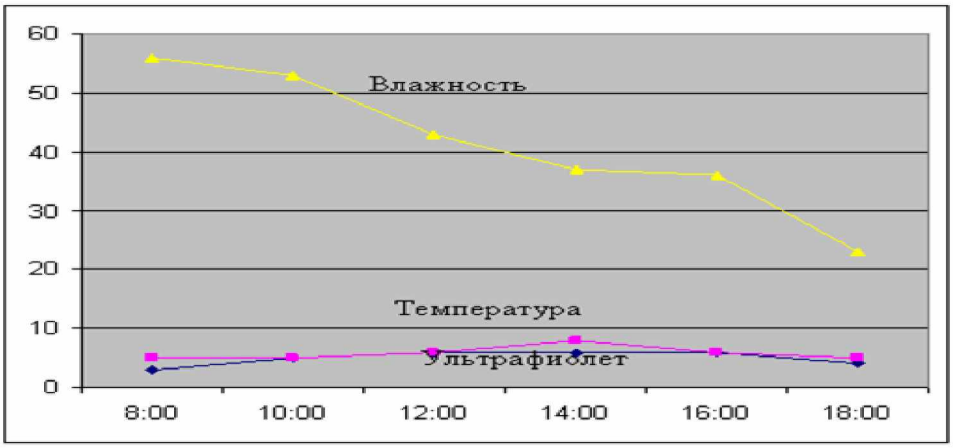

Рисунок 7. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в высокогорье за апрель месяц

В мае месяц также наблюдалась высокая радиация, особенно в промежуток времени, с 10^{00} до 16^{00} часов, а температура окружающей среды составила от +7^{0}С до +9^{0}С (рис. 8). Эти показатели свидетельствуют о том, что весной в условиях высокогорья солнечная радиация превышает норму в 2,5-4 раза, хотя при этом средняя температура воздуха составляла всего лишь от +5^{0}С до +10^{0}С (в 14^{00} часов дня). В среднем влажность воздуха колебалась от 56% до 32% (табл. 3).

Таблица 3

Средние показатели УФ радиации, температуры и влажности воздуха весной в условиях 3200 м над уровнем моря

Показатели	Время измерения показателей					
	8^{00}	10^{00}	12^{00}	14^{00}	16^{00}	18^{00}
УФ	3,5	5	6,5	8,5	6	4,5
Температура	5	6	8	10	7	6
Влажность	56	53	47	37	37	32

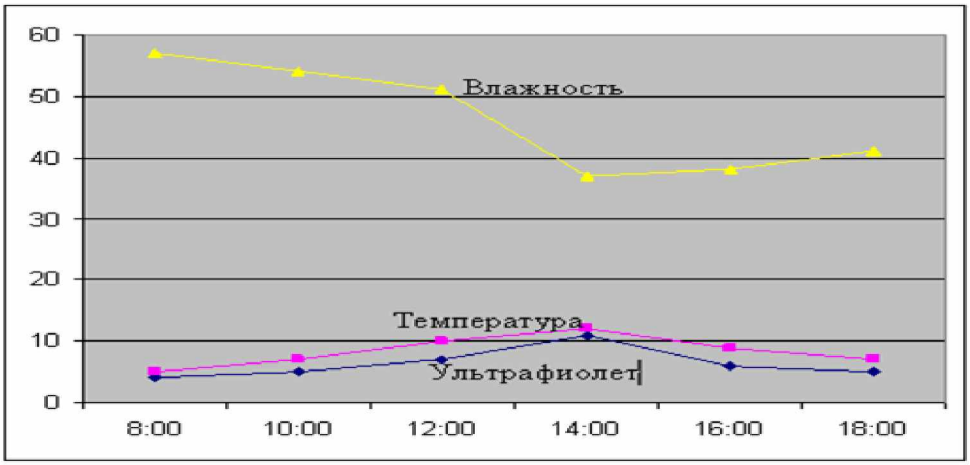

Рисунок 8. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в высокогорье за май месяц

Как видно на рисунках 9, 10, 11 средняя ультрафиолетовая радиация в летний период была максимальной: с июня по август месяцы в 8^{00} часов утра УФ составил в среднем 3, 7, 5 индексов; в 10^{00} часов – 7, 8, 7 индексов; а с 12^{00} до 18^{00} часов – в среднем: а) 9, 10, 9, 7 индексов – в июне месяц; б) 10, 10, 10, 9 индексов – в июле месяц; в) 8, 10, 8, 7 индексов – в августе месяц.

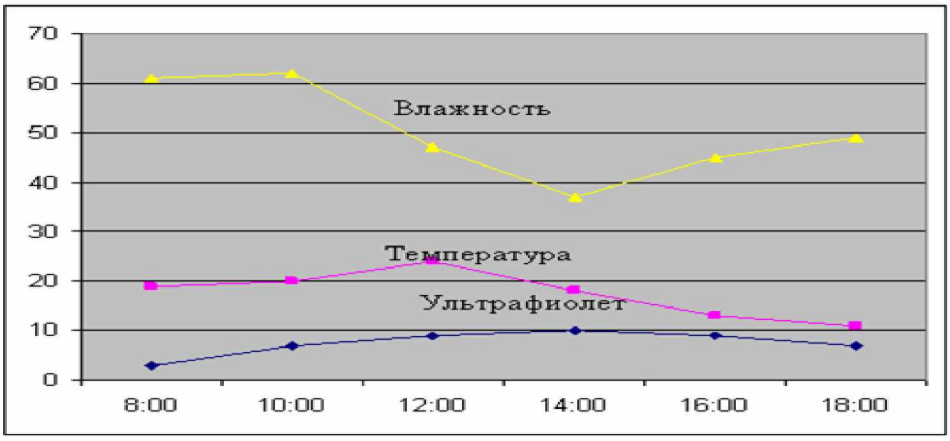

Рисунок 9. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в высокогорье за июнь месяц

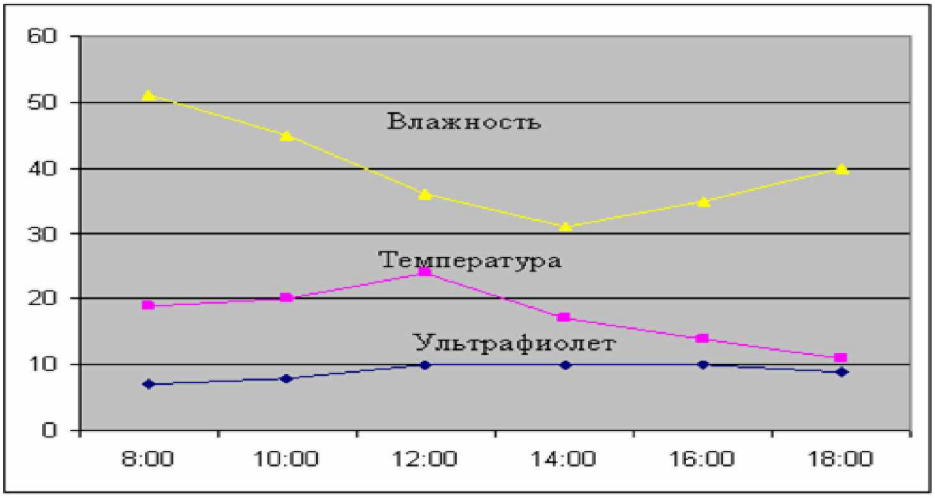

Рисунок 10. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в высокогорье за июль месяц

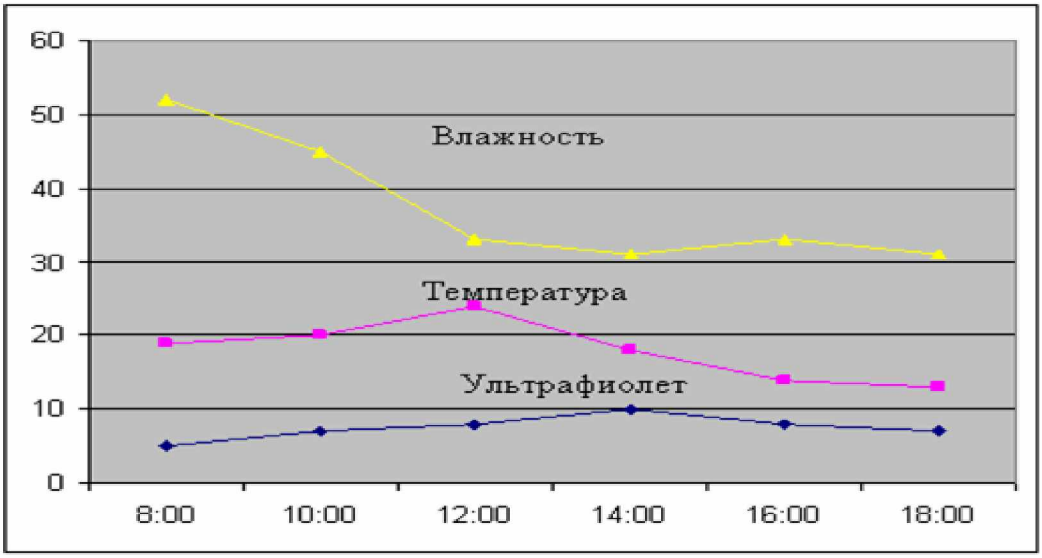

Рисунок 11. Средние показатели ультрафиолетовой радиации, температуры, влажности воздуха в высокогорье за август месяц

Температура воздуха была средняя, и она колебалась в среднем от +19 ^{0}С – в утреннее время (8^{00} часов) до +19^{0}С, +24^{0}С – с 10^{00} до 12^{00} часов (табл. 4). Таким образом, летом ультрафиолетовая радиация достигает максимальной величины в условиях Нарынской области, а влажность воздуха не очень высокая с 12^{00} часов дня.

Таблица 4

Средние показатели УФ радиации, температуры и влажности воздуха летом в условиях 3200 м над уровнем моря

Показатели	Время измерения показателей					
	8^{00}	10^{00}	12^{00}	14^{00}	16^{00}	18^{00}
УФ	5	7,3	9	10	9	7,6
Температура	19	20	24	18	12	11,6
Влажность	55	51	39	33	38	40

Таким образом, на основании полученных данных в условиях среднегорного климата можно сделать вывод о том, что весной ультрафиолетовая радиация превышает норму в 2-3 раза, хотя температура воздуха была не очень высокой, оставалось также в норме влажность воздуха, а в летний период в этих же условиях средний показатель ультрафиолетовой радиации Солнца остается высоким (7, 9, 10, 5 индекс в 9, 12, 15, 18^{00} часов соответственно).

При этом температура воздуха была не очень высокой и она составляла в пределах 20-24^{0}С, а влажность воздуха была почти в норме (23-22%).

Полученные данные в условиях высокогорья свидетельствуют о том, что весной солнечная радиация превышает норму в 2,5-4 раза, хотя при этом средняя температура воздуха оставались низкой и составляла от 56% до 32%. Летом ультрафиолетовая радиация в условиях Нарынской области достигает максимальной величины.

Список использованной литературы

1. Аманалиев М.К., Ильясов Ш.А. Озоновый слой. –Б.: Озоновый центр, 2007. - 57с.

2. Бекболотова А.К., Сатыбалдиева Ж.Ж. Уровень ультрафиолетовой радиации Солнца в различных геоэкологических условиях Кыргызстана //Известия КГТУ им. И.Раззакова. - 2009. - № 16.

3. Бекболотова А.К. Озоновый слой Земли. Учебное пособие. – Бишкек, 2010. - 178 с.

4. Бекболотова А.К., Турсуналиева Г.Э. Каркобатов Х.Ж. и др. Региональный мониторинг ультрафиолетовой радиации солнца в Кыргызстане // Известия ВУЗов. - 2010. - № 3. – С. 119 -124.

5. Джанузаков К.Ч., Рустамбеков О. Климат Кыргызстана и сценарии его изменения в 21 веке //Межд. семинар «Глобальные изменения устойчивое развитие и управление окружающей средой» - Ташкент, 2004. – С 14-16.

6. Дроздов О.А., Арапов П.П., Лучина К.М и др. Естественные и антропогенные изменения климата //Глобального и регионального изменения климата и их последствия. – М.: ГЕОС, 200. – С. 54-59.

7. Захаров Г.А., Бекболотова А.К. Стресс и горы. - Бишкек, 2006. – 83с.

8. Ильясов Ш.А. Вопросы и ответы об озоновом слое. - Бишкек, 2008. – 116с.

9. Программа ООН по окружающей среде. - Бишкек, 2007. – 28 с.

10. Родионова И.А. Глобальные проблемы человечества. М. 2002. –С. 25-56.

11. Токтомышев С.Ж., Семенов В.К. Мониторинг состава атмосферы в Кыргызстане. – Б.: КНУ, 2002. - 63 с.

12. Токтомышев С.Ж., Семенов В.К., Синяков В.П. Озоновый слой и геоморфологические процессы горного региона Кыргызского Тянь-Шаня //Известия НАН КР. - Бишкек, 2007. - № 4. - С. 49-66.

13. Токтомышев С.Ж., Семенов В.К., Аманалиев М.К. и др. Региональный мониторинг атмосферного озона. – Б.: Color, 2009. -164 с.

14. Тураев В.А. Глобальные вызовы человечеству. Учебное пособие. М., 2002. – С. 26-56.

15. Турусбеков Б.Т. медико-социальные аспекты здоровья человека в горных условиях. - Бишкек, 1998. – С. 93-108.

16. Чуйская область. Итоги Национальной переписи населения Кыргызской Республики. – Нацстатком. –Бишкек, 2005.

17. Экология / под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», 2006. – С. 319–340.

18. «Global Solar UV Index. A Practical Guide». «Глобальный солнечный УФ-индекс». Практическое руководство. – ВОЗ, 2002.