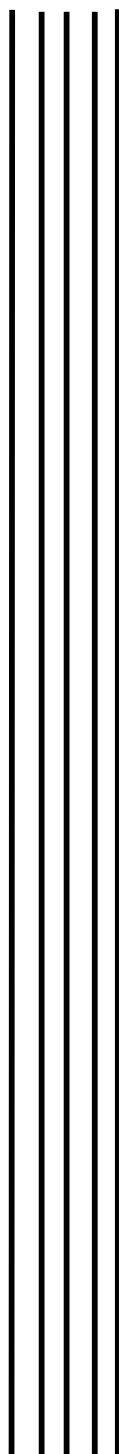


Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический университет



ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРАВЛЕННОСТИ ДАТЧИКА УФ РАДИАЦИИ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы №3 по дисциплинам
«Основы экологии» и «Метеорология и климатология»
для студентов направления «Экология» очной формы
обучения

Севастополь
2011



УДК 910.1

Измерение ширины характеристики направленности датчика УФ радиации: Методические указания по дисциплине «Основы экологии», «Метеорология и климатология» / Сост. А.В. Холопцев, М.П. Никифорова – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2011. – 12 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при изучении методов измерения, контроля и нормирования работы датчика УФ радиации. Указания предназначены для студентов направления «Экология» очной формы обучения.

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ПЭОТ (протокол №1 от 26.08.2011).

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензенты:

Гутник С.А., канд. техн. наук, доцент

СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы.....	4
1. Теоретическая часть.....	4
1.1. УФ радиация, ее основные характеристики, биологическое значение	4
1.2. УФ индекс.....	5
1.3. Интенсивность излучения, зависимость от угла падения	6
2. Описание лабораторной установки.....	8
3. Порядок выполнения экспериментальных исследований	9
4. Содержание отчета о выполнении лабораторной работы	9
5. Контрольные вопросы	9
Библиографический список.....	10

Цель работы:

- 1) Экспериментальное определение зависимости показаний датчика УФ радиации от угла падающего излучения.
- 2) Определение нормирующих коэффициентов для корректного получения результатов измерений датчика УФ радиации.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. УФ радиация, ее основные характеристики, биологическое значение

Ультрафиолетовое излучение (ультрафиолет, УФИ, UV) – электромагнитное излучение, занимающее диапазон между видимым и рентгеновским излучением (400 – 100 нм, $7,9 \times 10^{14}$ – 3×10^{16} Гц).

Основной источник ультрафиолетового излучения на Земле – Солнце. Интенсивность УФ излучения, общее количество ультрафиолетовых лучей, достигающих поверхности Земли, зависит от следующих факторов:

- от концентрации атмосферного озона над земной поверхностью
- от возвышения Солнца
- от высоты над уровнем моря
- от атмосферного рассеивания
- от состояния облачного покрова
- от степени отражения УФ лучей от поверхности (воды, почвы)

Не вся УФ радиация достигает земной поверхности. Это связано не только с вышеперечисленными факторами, но и с тем, что волны, относящиеся к различным участкам УФ спектра (т.е. имеющие разные длины волн), в земной атмосфере ведут себя по-разному.

Поэтому существует несколько классификаций УФ излучения в зависимости от длин волн. Наиболее распространенной является классификация, разделяющая УФ спектр на три участка:

- 1) УФ-А (UVA) – УФ излучение с длинами волн 315 – 400 нм
- 2) УФ-В (UVB) – УФ излучение с длинами волн 280 – 315 нм
- 3) УФ-С (UVC) – УФ излучение с длинами волн 100 – 280 нм

УФ-А практически полностью достигает земной поверхности, что связано с отсутствием в ней веществ, поглощающих данный диапазон. Биологический эффект, производимый УФ-А диапазоном, наиболее слабый и в основном не вызывает негативных последствий.

УФ-В излучение поглощается озоновым слоем атмосферы и лишь около 6 % достигает поверхности Земли, но именно оно вызывает основные нежелательные эффекты – ожоги и опухоли кожи, заболевания органов зрения, угнетение иммунной системы. Уменьшение толщины озонового слоя на 1% вызывает увеличение потока УФ радиации, достигающего поверхности Земли на 2%. Поэтому исследования динамики озона, а также факторов, влияющих на нее, – один из актуальнейших вопросов современной экологии, физической географии, биологии и медицины.

Наиболее опасным, обладающим сильным бактерицидным действием (приводит к гибели микробных клеток и вирусов), является УФ-С излучение. Оно полностью поглощается в верхних слоях атмосферы стратосферным кислородом и озоновым слоем и не достигает поверхности Земли.

Эволюция человека происходила в условиях постоянного воздействия на него солнечного излучения и ультрафиолетовое излучение в оптимальных дозах необходимо для нормального функционирования организма.

УФ излучение обладает бактерицидным действием, приводя к гибели микробные клетки и вирусы, нормализует обмен веществ, снижает проявление ряда кожных заболеваний псориаза, дерматитов, экземы.

В то же время УФ радиация может оказывать и вредное воздействие: ожоги кожи, ее преждевременное старение, заболевание оболочек и внутренних сред глаза, фотоаллергические реакции, угнетение иммунитета. Наиболее опасными для здоровья и жизни человека являются провоцируемые ультрафиолетовым солнечным излучением раки кожи, особенно злокачественная меланома.

При воздействии УФ излучения на клетку возникают изменения в нуклеиновых кислотах, которые влияют на рост, деление и наследственность клеток, т.е. на основные проявления жизнедеятельности.

Степень проявления указанных вредных последствий при воздействии УФ радиации зависит от величины суммарной дозы и индивидуальных особенностей человека.

1.2. УФ индекс

Для оценки степени риска, обусловленного воздействием на человека ультрафиолетового излучения, по рекомендации Всемирной метеорологической организации и Всемирной организации здравоохранения используется специальный показатель – УФ индекс. УФ индекс был определен как дневной максимум биологически активной облученности или экспозиции умноженной на 40. Его размерность – Вт/м².

УФ индекс (английская аббревиатура – UVI) определяется по следующей формуле:

$$UVI = 40 \cdot \int_{280nm}^{400nm} I(\lambda) \cdot K(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

где $I(\lambda)$ – интенсивность приземной солнечной радиации, $K(\lambda)$ – спектр действия эритемы, утвержденный Международной комиссией по освещенности (CIE). Для безоблачного неба УФ индекс соответствует значению облученности в момент истинного полудня и характеризует максимально возможный риск УФ облучения в течение дня.

В средних широтах значения УФ индекса находятся в диапазоне 1 – 10 и зависят, в основном, от высоты Солнца над горизонтом, общего содержания озона в атмосфере, облачности и состояния подстилающей поверхности.

Степень опасности облученности в зависимости от значения УФ индекса показана в Таблице 1.

Таблица 1 – Значения УФ индекса и степень облученности (опасности для человека)

UVI	Описание	Цвет на картах	Рекомендованная защита
0-2	Безопасное	Зеленый	Солнечные очки
3-5	Небольшой риск	Желтый	Солнечные очки, одежда закрывающая кожу
6-7	Высокая опасность	Оранжевый	Солнечные очки, одежда, защитный крем, избегать солнца с 10-00 до 16-00
8-10	Крайне высокая опасность	Красный	Солнечные очки, одежда, защитный крем, избегать солнца с 10-00 до 16-00
11+	Экстремальная опасность	Фиолетовый	Солнечные очки, одежда, защитный крем, избегать солнца с 10-00 до 16-00

Информацию о величине УФ индекса используют для определения потенциальной опасности избыточного воздействия солнечного излучения для здоровья человека и предупреждения населения о необходимости предпринимать соответствующие меры защиты.

Данные об ежедневных значениях УФ индекса можно свободно получить в интернете, например, на сайте организации TEMIS http://www.temis.nl/uvradiation/world_uvi.html, где информация представлена в виде карт, отображающих пространственное распределение индекса над всей земной поверхностью.

1.3. Интенсивность излучения, зависимость от угла падения

Значение УФ индекса, как это видно из формулы (1), прежде всего, зависит от интенсивности УФ излучения, достигающего поверхности земли. В простейшем случае (при пренебрежении процессами рассеяния) поток УФ радиации, падающей на некоторый участок поверхности, может быть рассчитан по закону Бугера-Ламберта-Бэра:

$$\frac{dI}{dl} = -\alpha I, \quad (2)$$

где I – интенсивность излучения, α – коэффициент поглощения.

Рассмотрим геометрию луча в атмосфере. Вертикальная координата, высота соответствует оси z . Направление луча характеризуется зенитным углом θ . Из-за сферичности атмосферы зенитный угол непрерывно меняется вдоль луча, однако в силу того, что радиус Земли много больше толщины атмосферы, для широкого класса задач можно использовать приближение плоскопараллельной атмосферы

(рис. 1). В такой атмосфере зенитный угол θ любого луча постоянен и элемент траектории вдоль луча $dl = \frac{dz}{\cos \theta}$. Тогда уравнение (2) можно записать в виде:

$$\cos \theta \frac{dI}{dz} = -\alpha(z)I \quad (3)$$

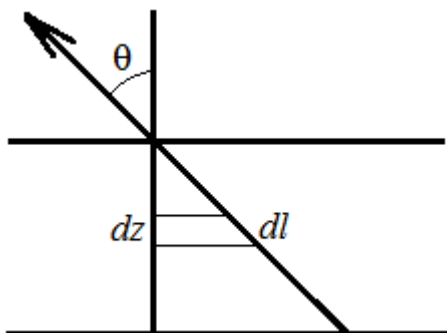


Рисунок 1 – Плоскопараллельная атмосфера

Решением уравнения (3) является выражение:

$$I(z) = I_0 \exp \left(-\sec \theta \int_0^z \alpha(z') dz' \right) \quad (4)$$

Таким образом, интенсивность излучения, достигающего поверхности земли, зависит от угла, под которым она падает, а также от концентрации поглощающих или рассеивающих веществ в слое атмосферы, через который она прошла.

При изменении угла падающего излучения (при движении Солнца в течение дня) изменяется путь, который проходит световой луч, достигая поверхности земли. Угол θ изменяется в пределах от 0° до 90° , чем больше его значение, тем больше путь проходит луч, достигая поверхности земли.

УФ излучение диапазона УФ-С полностью и частично УФ-В поглощается озоновым слоем земли. При увеличении угла и прохождении большего пути, излучение взаимодействует с большим количеством молекул озона, что приводит к уменьшению интенсивности излучения, измеряемого на земной поверхности.

УФ датчик, интегрируя поступающее УФ излучение ($I(\lambda)$ в формуле (1), в пределах 280 – 400 нм) дает значение УФ индекса. Погрешность в измерениях может быть связана с тем, что под разными углами падающего излучения датчик не захватывает все излучение и получаемое значение индекса меньше реального. Величина такой погрешности зависит от ширины характеристики направленности датчика.

Направленность УФ датчика – некоторая пространственная избирательность прибора регистрировать лучи в одних направлениях в большей степени, чем в других. Количественно описывают ее, чаще всего, характеристикой направленности.

Характеристикой направленности УФ датчика называют зависимость его показаний от угла падения на него радиации. Наиболее удобно такие зависимости отображать в виде графиков. Исследование такого показателя, обычно, проводится с использованием источника излучения постоянной интенсивности, направление лучей которого регулируется при падении на УФ датчик. По результатам подобной проверки можно сделать вывод о ширине характеристики направленности прибора – диапазоне углов падения лучей на него, при котором регистрируются одинаковые значения УФ индекса.

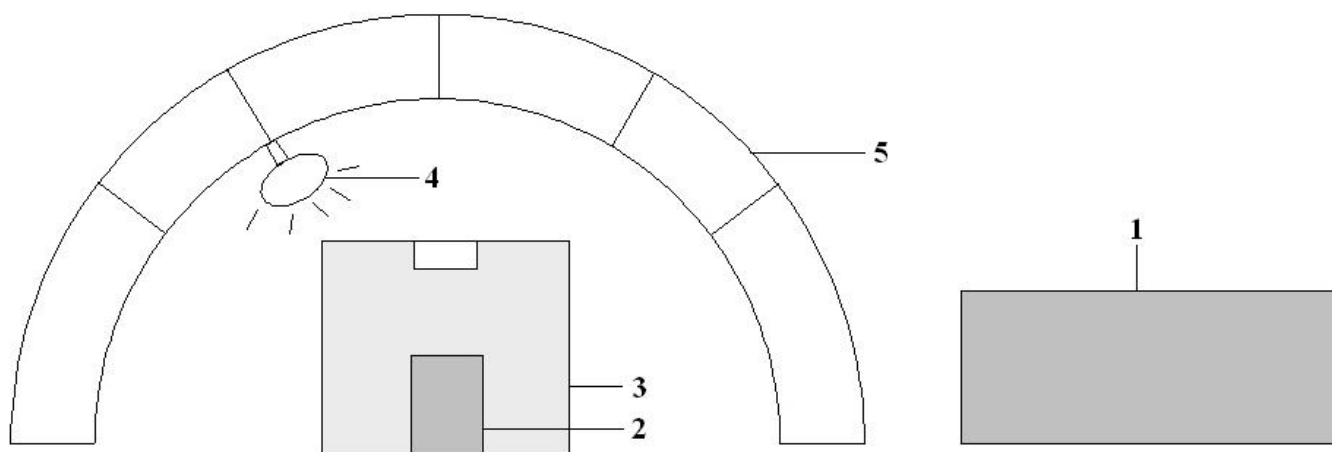
Таким образом, ширина характеристики направленности УФ датчика является важнейшим его параметром, позволяющим судить о точности измерения значений УФ индекса.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная работа выполняется на метеостанции RST01923. Метеостанция состоит из основного блока с дистанционным управлением, а также набора автономных радиодатчиков, которые собирают и передают на основной блок широкий спектр атмосферных характеристик, имеющих отношение к погоде. В комплекте поставки находятся следующие датчики: датчик УФИ, термо-гигро датчик, датчик дождя, датчик ветра.

Результаты измерений радиодатчиков, в соответствующих режимах, выводятся на экране основного блока метеостанции, или же на экране подключенного к ней компьютера. При переводе режима дисплея в «Режим УФИ» на экран выдается следующая информация: значение индекса и мощности УФИ, максимальное и минимальное за текущий день значения УФИ.

Для достижения цели лабораторной работы применяется лабораторная установка, представленная на рисунке 2.



1) Основной блок метеостанции; 2) датчик УФИ; 3) защитный колпак с прорезью; 4) источник УФИ; 5) крепеж с угловой шкалой

Рисунок 2 – Общий вид лабораторной установки

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1) Подготовьте метеостанцию к работе. Перед включением метеостанции в сеть 220В необходимо убедиться, что:

- основной блок находится в радиусе действия радиодатчика УФИ, в идеале – в зоне прямой видимости (не заслоняется другими объектами)
- основной блок не находится под воздействием прямых солнечных лучей, около нагревательных или вентиляционных приборов (например, кондиционер), в зоне действия других беспроводных устройств (например, беспроводные наушники, радиотелефоны) или сложной электроники.

2) Включите основной блок. После включения основного блока подождите несколько минут, пока метеостанция закончит самодиагностику и калибровку.

3) С помощью пульта дистанционного управления переведите режим метеостанции в «Режим УФИ» (кнопка UV).

4) Вокруг датчика УФИ установите защитный колпак, таким образом, чтобы его прорезь соответствовала положению источника УФИ, как это показано на рис. 2.

5) Установите источник УФИ на требуемом значении угла падения излучения. Одновременно поверните защитный колпак так, чтобы его прорезь соответствовала расположению источника. Диапазон и шаг значений угла падения задается преподавателем.

6) Снимите показания датчика.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Отчет о выполнении данной лабораторной работы должен содержать:

- 1) Цель работы.
- 2) Краткие теоретические сведения по теме лабораторной работы.
- 3) Таблицу, отображающую измеренные значения индекса УФИ для различных значений углов падения излучения.
- 4) График зависимости индекса УФИ от угла падения излучения на датчик метеостанции. По полученной характеристике направленности датчика сделайте заключение о ее ширине.
- 5) Анализ и выводы по результатам проделанной лабораторной работы.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Что такое ультрафиолетовое излучение?

- 2) Какие факторы влияют на интенсивность УФИ Солнца, достигающего поверхности Земли?
- 3) Классификация УФИ.
- 4) Воздействие УФИ на живой организм.
- 5) Определение и вычисление УФ индекса.
- 6) Диапазон значений УФ индекса.
- 7) Закон Бугера-Ламберта-Бэра.
- 8) Поглощение УФИ в атмосфере Земли.
- 9) Показания УФ датчика, его направленность.
- 10) Характеристика направленности и ее ширина.
- 11) Метеостанция RST01923 и ее составные части, УФИ датчик.

6. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Тимофеев Ю.М. Теоретические основы атмосферной оптики / Ю.М. Тимофеев, А.В. Васильев. – СПб.: Наука, 2003. – 474 с., ил. 120
- 2) Корогодин В.Э. Ультрафиолетовое излучение / В.Э. Корогодин // БСЭ. – М.: Наука, 1969 – 1978. – т. 55. – 1231 – 1234 сс.
- 3) Глобальный солнечный УФ-индекс. Практическое руководство / Публикация ВОЗ, 2002. – 32 с.
- 4) Александров Э.Л. Озоновый щит Земли и его изменения / Э.Л. Александров, Ю.А. Израэль, И.Л. Кароль, А.Х. Хргиан. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 288 с.

Заказ № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г. Тираж ____ экз.
Изд-во СевНТУ

