

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ
И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра физики и аэрокосмических технологий**

ИЗУЧЕНИЕ НИТРАТОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОФОТОМЕТРА PV1251C

**Методические указания
к лабораторной работе по курсу
«Безопасность жизнедеятельности человека»
для студентов II курса
факультета радиофизики и компьютерных технологий**

**МИНСК
2024**

УДК 614.31(072(076.5))
ББК 51р30-2я73
ИЗ9

А в т о р ы:
**В. Р. Ермакович, П. В. Садов, С. Ю. Рахлей,
А. С. Исмаилова, С. А. Соловьев**

Рекомендовано советом
факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ
28 мая 2024 г., протокол № 10

Р е ц е н з е н т
старший преподаватель кафедры телекоммуникаций
и информационных технологий БГУ *Е. Е. Попко*

Изучение нитратов с помощью спектрофотометра PV1251C :
ИЗ9 метод. указания к лаб. работе / В. Р. Ермакович [и др.]. – Минск :
БГУ, 2024. – 19 с.

Методические указания предназначены для студентов II курса факультета радиофизики и компьютерных технологий по курсу «Безопасность жизнедеятельности человека». Описано изучение нитратов с помощью спектрофотометра PV1251C, приведены основные понятия и определения.

**УДК 614.31(072(076.5))
ББК 51р30-2я73**

© БГУ, 2024

ИЗУЧЕНИЕ НИТРАТОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОФОТОМЕТРА PV1251C

Цель работы.

1. Изучить содержание нитратов в почве, загрязненной азотными удобрениями.
2. Оценить степени загрязнения грунтовых вод при попадании в них полученных концентраций нитратов.
3. Провести измерения содержания нитратов в пробах с помощью спектрофотометра PV 1251C.
4. Определить необходимые меры по снижению содержания нитратов до предельной допустимой концентрации их в питьевой воде.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Нитратами называют соли азотной кислоты. Эти вещества растения корнями впитывают из почвы. Они нужны им в качестве биологически необходимого элемента. Вред здоровью наносят не сами нитраты в овощах и фруктах, а их количество. Вред здоровью наносят не столько сами нитраты, а нитриты, в которые преобразуются нитраты, попадая в организм человека. Интенсивное развитие промышленных и сельскохозяйственных производств относится к антропогенным источникам загрязнения. Сельскохозяйственные, промышленные и бытовые сточные воды сбрасываются в водоемы, в результате чего меняется состав воды. Если говорить о сельском хозяйстве, то негативное влияние возрастает с увеличением процента распаханной территории, применением минеральных и органических удобрений, мелиоративным освоением, строительством крупных животноводческих комплексов и ферм. Применяемые минеральные удобрения вымываются из почвы, поступая в водные объекты вместе с почвой в результате эрозии, питательные элементы удобрений и почвы попадают в водоемы, что вызывает усиленное образование водорослей, способных накапливать значительные количества химикатов и передавать их дальше по пищевым цепям. Вынос минеральных удобрений с сельскохозяйственных угодий зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются:

- количество, способы и время внесения удобрений, их растворимость в воде;
- время между внесением удобрений и выпадением стокообразующих осадков;
- объем и интенсивность выпадения осадков, объем поверхностного и подземного стока;
- миграционная способность в почве;
- интенсивность процессов эрозии;
- тип почв, рельеф местности, характер выращиваемых культур.

Основными загрязнителями стока с сельхозугодий являются азот и фосфор, входящие в состав удобрений. Подземным стоком выносятся только азот (10–40% от вносимых удобрений), он легко вымывается из почв вплоть до грунтовых вод и накапливаться там в количествах превышающих предельно допустимую концентрацию. За год с поверхностным стоком с богарных земель может выноситься азота 0,3–10%, а фосфора – 0,1–2% от вносимых удобрений.

Кроме того, азот при высоких дозах внесения азотных удобрений накапливается в виде нитратов в продукции растениеводства в количествах превышающих предельно допустимую их концентрацию, вызывающей тяжёлые заболевания человека и животных.

Отходы животноводства и стоки животноводческих комплексов также являются одним из источников загрязнения окружающей среды органическими веществами и микроэлементами. Постоянное увеличение размеров этих комплексов и специфика удаления навоза создали проблему загрязнения подземных вод. Концентрированное распределение отходов привело к повышенным уровням нитратов в почве и воде, в особенности вокруг откормочных комплексов. Как следствие, корм, получаемый в данных условиях, является непригодным для кормления скота по причине содержания в них нитратов.

В Беларуси во многих сельских населенных пунктах преобладает «децентрализованное» водоснабжения с использованием индивидуальных неглубоких колодцев, где в большинстве своем, качество воды в которых не соответствуют стандартам РБ и превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) нитратов в несколько раз.

В Республике Беларусь предельно допустимая концентрация нитратов в питьевой воде установлена на уровне 45 мг/л, стандарт стран ЕС – 50 мг/л. Как и говорилось ранее, наличие нитратов в питьевой воде и продуктах питания может нанести вред здоровью человека и вызывать снижение уровня сахаров, белков и витаминов, что порождает следующие проблемы:

- вызываемая нитратами метгемоглобинемия (нарушение кислородного обмена) может привести к малокровию у детей раннего возраста и летальному исходу, при несвоевременном лечении;
- после попадания нитратов в организм, часть преобразуются в нитриты. Со временем нитриты переходят в нитроамин, способный вызывать раковые заболевания;
- под влиянием нитратов может появиться гипотиреоз, что довольно широко распространено в Беларуси (недостаточность функции щитовидной железы).

Контроль за содержанием нитратов в воде и продуктах питания – актуальная задача для своевременного принятия мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций, вызванных загрязнением нитратами. Одним из эф-

фективных и наиболее распространенных методов контроля является *спектрофотометрический метод*.

2. ОПИСАНИЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРА PV 1251

2.1. Назначение

1. Спектрофотометры PV 1251 (PV 1251A, PV 1251B, PV 1251C) – в дальнейшем спектрофотометры предназначены для измерения:

- оптической плотности,
- коэффициента пропускания,
- определения концентрации веществ в жидких и твердых образцах в ближней ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра (315–999 нм) с выводом результатов измерений на встроенный индикатор и внешний персональный компьютер (в дальнейшем – ПК).

Погрешность определения концентрации веществ в исследуемом образце с использованием спектрофотометров определяется погрешностью аттестованной методики выполнения измерений (МВИ).

Спектрофотометры являются универсальными приборами для применения во всех областях, использующих *фотометрические методы исследования*.

2. В медицине спектрофотометры могут быть использованы в лечебных и научно-исследовательских учреждениях системы здравоохранения в клинко-диагностических лабораториях для проведения биохимических исследований.

3. Возможные области применения спектрофотометров – экология, биотехнология, ветеринария, химия, биохимия, фармакология, токсикология и другие области, использующие фотометрические методы исследований.

4. Спектрофотометр PV 1251C имеет термостатируемое кюветное отделение, позволяющее устанавливать стандартные пластиковые или стеклянные кюветы с длиной оптического пути 10 мм (с наружными размерами 12,5 × 12,5 × 45 мм) при помощи специального металлического вкладыша, входящего в комплект кюветного отделения.

Также в спектрофотометр PV 1251C могут устанавливаться, используя съемную вставку, кюветы КФК с длиной оптического пути 10, 20, 30 и 50 мм.

5. Спектрофотометры предназначены для эксплуатации в следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 32 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80% при температуре + 25 °С;
- атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

2.2. Функциональные возможности

Спектрофотометр SOLAR PV1251 обеспечивает измерение спектров поглощения и пропускания, определение концентрации, кинетические и многоволновые измерения в области 315-1100 нм, предоставляя широкий выбор функций математической обработки и возможность сохранения результатов измерений при работе с компьютером.

Удобная конструкция кюветного отделения по типу слайдер. Допускает использование кювет как европейского стандарта, так и КФК с длиной оптического пути до 50 мм. Простая работа в автономном режиме (без подключения компьютера) благодаря наличию большой встроенной клавиатуры и информативного ж/к-экрана, на котором отображаются подсказки.

Спектрофотометр PV1251C позволяет проводить:

При автономной работе (без ПК):

- измерение оптической плотности;
- измерение коэффициента пропускания;
- определение концентрации вещества в исследуемой пробе по фактору, по известной концентрации в стандарте, по графику;
- кинетические измерения;
- измерение концентрации на одной и двух длинах волн.

При подключении к компьютеру (с ПК) программа «Спектр»:

- измерение поглощения и пропускания на фиксированных длинах волн;
- измерение спектров поглощения и пропускания;
- измерение концентрации одно волновым методом, 2-х -, 3-х - волновым методом, используя:
 - а) фактор;
 - б) калибровку по одной точке;
 - в) многоточечную калибровочную кривую;
- кинетические измерения на одной длине волны, на двух, трех длинах волн.

Программные функции:

- автоматическая установка шкалы;
- создание баз данных и работа с ними;
- создание, просмотр и редактирование методик;
- калькулятор спектров;
- математические действия и обработка спектров;
- работа как со всем спектром, так и с отдельно выбранной полосой;
- анализ и расчет статистических характеристик;
- сохранение результатов измерений;
- работа с программой MatLab 7.

2.3. Технические характеристики

Технические характеристики спектрофотометра PV 1251C представлены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики спектрофотометра PV 1251C

Источник света	Вольфрамовая галогенная лампа
Монохроматор	Двойной, с дифракционными решетками 1200 шт/мм
Калибровка по длинам волн	Автоматическая при включении
Диапазон длин волн	315-1000 (1100 с ПЭВМ) нм
Точность установки длины волны	± 1 нм
Воспроизводимость установки длины волны	$\pm 0,5$ нм
Выделяемый спектральный интервал	5 нм
Рассеянный свет	не более 0,05 % Т на 340 нм
Детектор	Кремниевый фотодиод
Фотометрический диапазон	-0,301...3,000 Б; 0,1...200 %Т
Ошибка фотометрирования	<1 % при D = 1,0 Б
Кюветное отделение	Универсальное, термостатируемое (37 °С)
Подключение к ПК	RS 232 или адаптер USB-COM
Габариты	325x295x115 мм
Вес	6,5 кг

2.4. Описание средства измерений

Спектрофотометры являются компактными универсальными одноканальными спектрофотометрами с двойным монохроматором с рабочим спектральным диапазоном от 325 до 999 нм. В основу работы спектрофотометра положен принцип измерения на установленной длине волны отношения светового потока, прошедшего через исследуемый образец, к световому потоку в отсутствие исследуемого образца.

Конструктивно спектрофотометр выполнен в настольном варианте в виде моноблока. На наклонной панели кожуха спектрофотометра расположено табло, на котором отображаются результаты измерений, а также режимы работы спектрофотометра. Под табло расположена клавиатура, с помощью которой производится управление режимами работы спектрофотометра, ввод численных значений и требуемых команд.

Спектрофотометры обеспечивают выполнение следующих функций:

- измерение поглощения и пропускания исследуемой пробы (образца) на фиксированных длинах волн;
- измерение и регистрацию спектров поглощения и пропускания исследуемой пробы (образца);

– определение концентрации вещества (активности) фермента в исследуемой пробе (образце).

Изучение содержания нитратов проводится на универсальном одноканальном спектрофотометре PV 1251C с термостатированным кюветным отделением.

3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Данный прибор является компактным универсальным одноканальным спектрофотометром со спектральным диапазоном работы от 315 до 999 нм.

Внешний вид прибора приведен на рис. 1 (а, б).

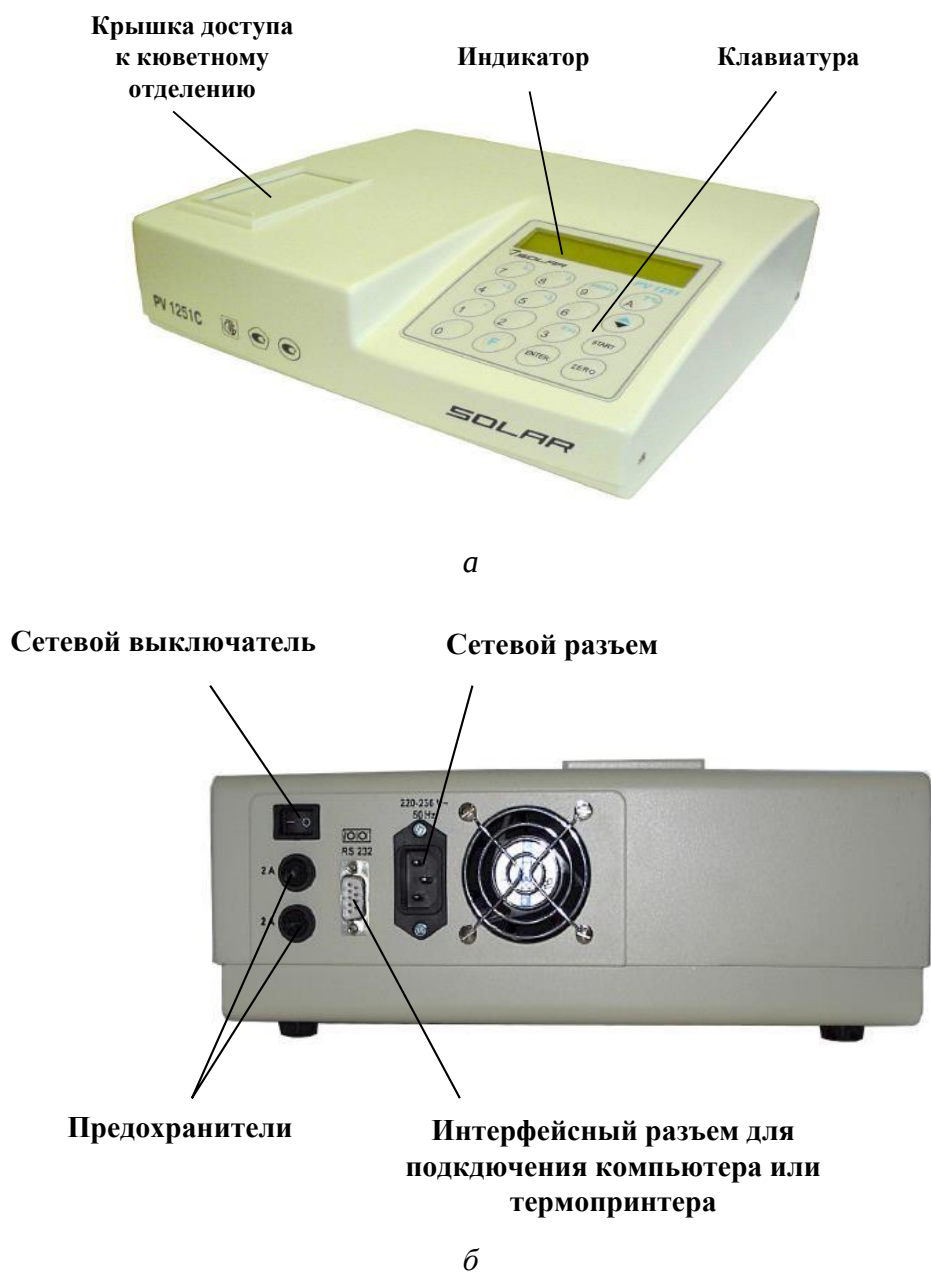


Рис. 1. Внешний вид прибора

Крышка доступа к кюветному отделению расположена слева и во время измерений должна быть закрыта.

Индикатор. На передней панели прибора спектрофотометра расположен двухстрочный жидкокристаллический индикатор со светодиодной подсветкой, на котором отображаются результаты измерений и режимы работы спектрофотометра, как представлено на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид индикатора

Зона индикации режимов информирует о текущем режиме работы.

Сегмент-индикатор переключения функций клавиатуры расположен в левом углу индикатора для визуализации переключения функции кнопок клавиатуры, обозначенных черным цветом (тогда индикатор не горит) в те функции, которые обозначены синим цветом (когда индикатор горит, можно выполнять эти функции).

Клавиатура. Управление работой спектрофотометра производится с помощью клавиатуры (рис. 3).

11 кнопок из 16 имеют двойную функцию.

Порядок ввода функции, символ которой изображен в верхней части кнопки синим цветом, следующий:

- сначала нажимают кнопку *F* – загорается сегмент-индикатор переключения функций клавиатуры;
- затем нажимают кнопку, на которой изображен символ вводимой функции (сегмент-индикатор гаснет).

При многократном нажатии на кнопку *F* этот сегмент циклически загорается и гаснет. С помощью кнопки *F* приводим указанный сегмент в состояние, что он погашен, тогда при нажатии на кнопку выполняется функция, изображенная в нижней части этой кнопки черным цветом.

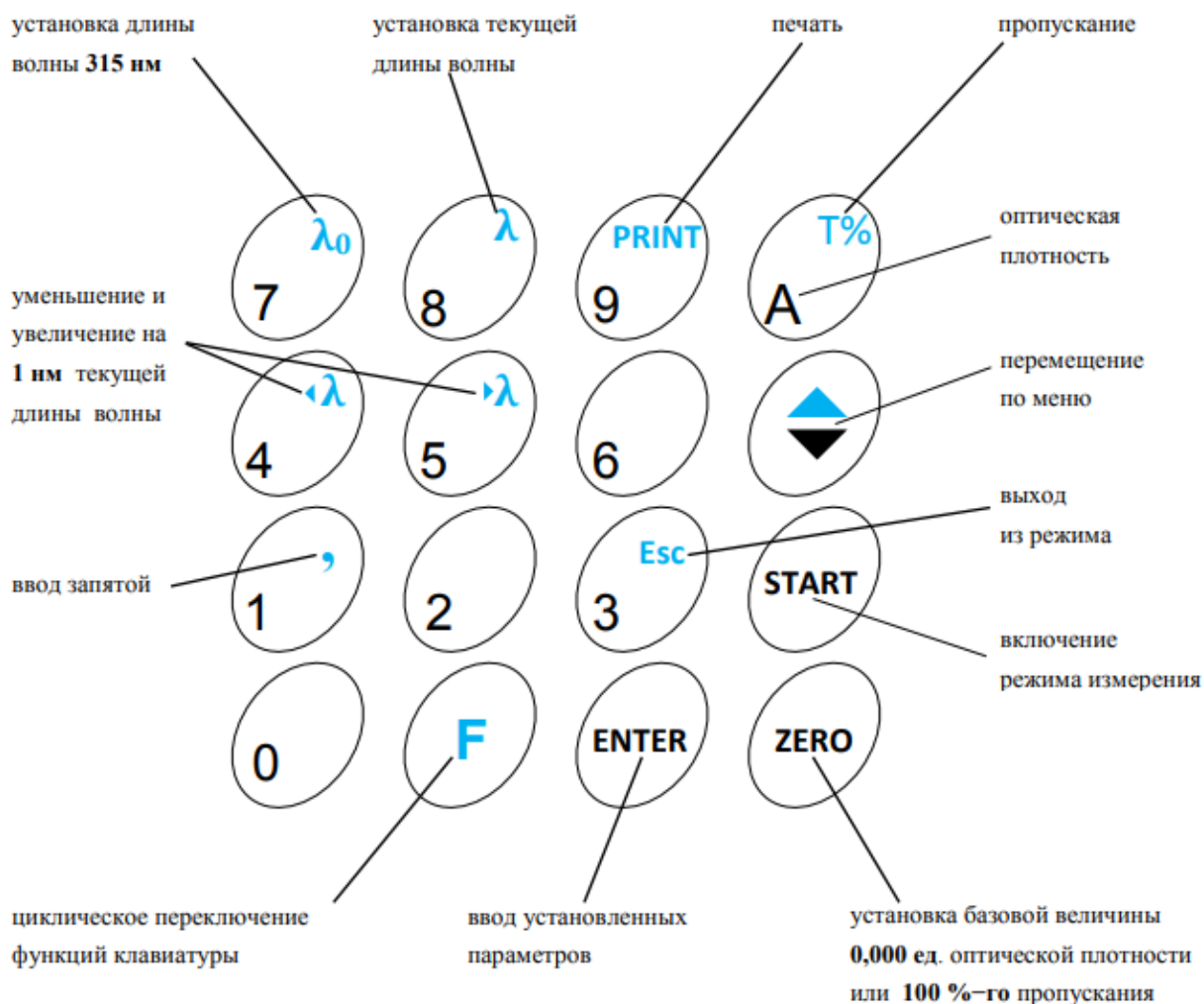


Рис. 3. Функции кнопок клавиатуры и их обозначение

4. ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА СПЕКТРОФОТОМЕТРА

В основу работы спектрофотометра положен принцип измерения на данной длине волны отношения светового потока I , прошедшего через исследуемый образец, к световому потоку I_0 в отсутствие исследуемого образца.

Величина $T = I / I_0$ есть коэффициент пропускания образца (выражается в %).

Величина $A = \lg (1/T)$ называется оптической плотностью образца.

Оптическая схема спектрофотометра приведена на рис. 4.

Спектрофотометр состоит из осветителя I, двойного монохроматора II и узла фотометрического III.

Осветитель I включает в себя источник излучения (галогенная лампа накаливания) 1 и конденсорную линзу 2.

Двойной монохроматор II содержит входную щель 3, два коллиматорных объектива 6 и 7, промежуточную щель 5, выходную щель 10, две идентичные дифракционные решетки 4 и 11.

Узел фотометрический III представляет собой отдельный модуль, содержащий кюветное отделение и измерительную систему. Конденсорная линза 12(2) фокусирует излучение от выходной щели монохроматора на приемную площадку фотодиода 14.

С помощью светоделительной пластины 9 на фотодиод 8 отводится часть излучения с целью контроля нестабильности источника излучения.

Излучение от лампы 1 фокусируется конденсором (линзы 2) на входную щель 3 монохроматора. С помощью коллиматорного объектива 6 свет в виде параллельного пучка направляется на дифракционную решетку 4.

Лучи, дифрагированные от решетки 4, фокусируются объективом 7 на промежуточную щель 5. Промежуточной щелью выделяется спектральный интервал длин волн во второй монохроматор, где осуществляется вторая дифракция.

Дисперсии обеих частей двойного монохроматора складываются и через выходную щель 10 выделяется определенный, в зависимости от угла поворота решеток 4 и 11, спектральный интервал длин волн.

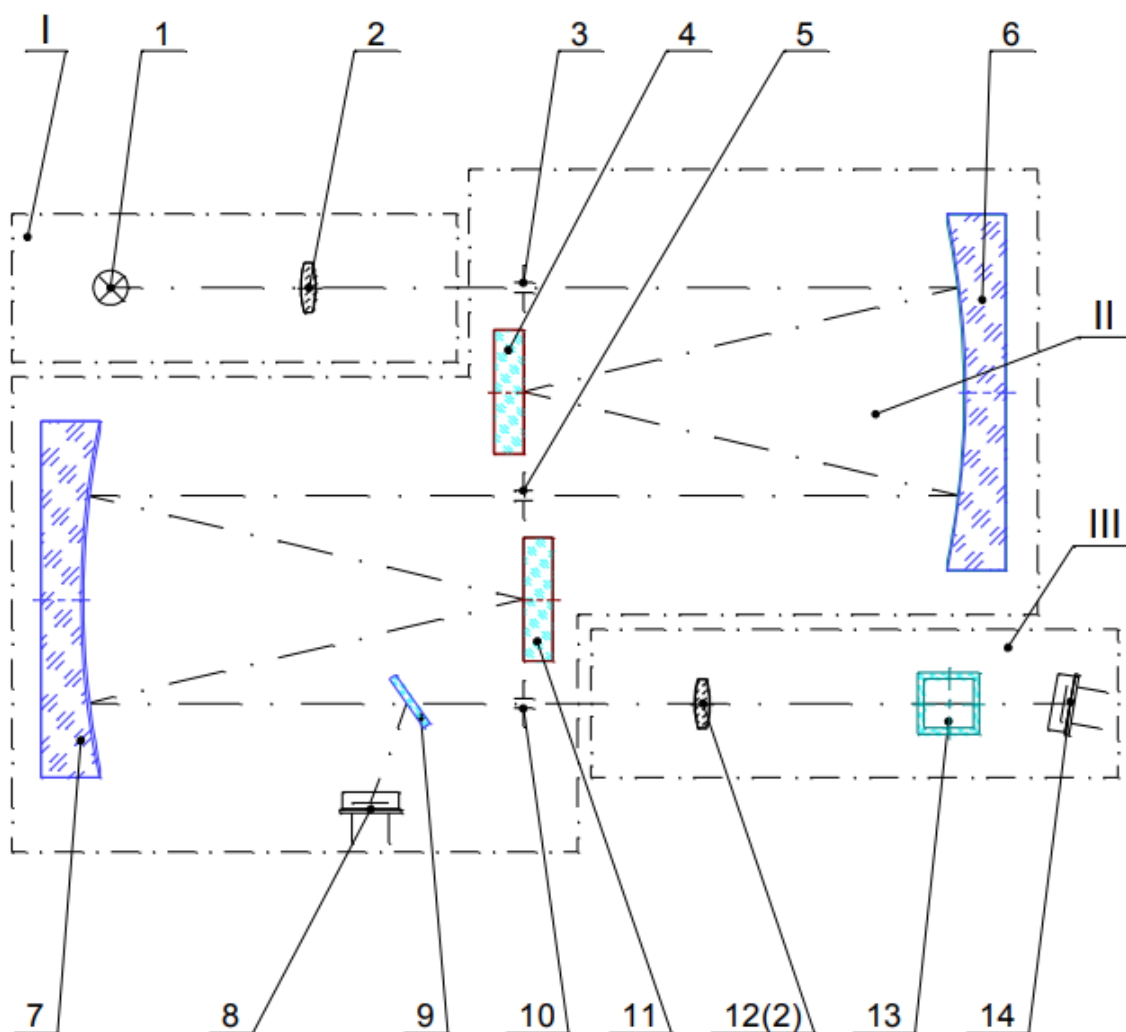


Рис. 4. Оптическая схема спектрофотометра PV 1251C

- | | |
|------------------------------|--|
| I – осветитель | 5 – промежуточная щель |
| II – двойной монохроматор | 6,7 – зеркальные коллиматорные объективы |
| III – фотометрический узел | 8,14 – фотоприемники |
| 1 – источник излучения | 9 – светоделительная пластина |
| 2, 12(2) – линзы | 10 – выходная щель |
| 3 – входная щель | 13 – кювета с исследуемым раствором |
| 4,11 – дифракционные решетки | |

5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Источником электроопасности при эксплуатации спектрофотометров является цепь сетевого питания.

5.2. Розетка сетевого питания спектрофотометра должна иметь контакт защитного заземления.

5.3. Перед сменой в спектрофотометре предохранителей, а также перед дезинфекцией необходимо выключить прибор и отсоединить сетевую вилку от сети.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ!!! оставлять прибор без надзора во включенном состоянии; производить смену элементов прибора под напряжением.

6. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

Проверьте, что сетевой выключатель, расположенный на обратной стороне прибора, находится в положении «0».

Присоедините сетевой шнур к прибору и к электросети 220 В. Сетевой выключатель переведите в положение «I» и дождитесь появления на индикаторе сообщения:

SOLAR PV 1251
Подождите

После этого сообщения в зоне индикации режимов появится символ «I» и прибор перейдет в режим установки длины волны:

$\Lambda = 315 \quad \lambda$

Если на табло появится сообщение

Ошибка # <номер ошибки>

следует обратиться к преподавателю и показать ему это сообщение.

Если такое сообщение не появилось, продолжаем и прогреваем прибор.

Чтобы провести этот процесс не в течение 30 мин, а за 10 мин, необходимо отключить термостат кюветного отделения спектрофотометра.

Для этого требуется войти в меню *Выберите режим*. Для этого последовательно нажимаем кнопки *F* и затем *ENTER*.

Нажимая кнопку перемещения по меню  , войти в режим *Вкл/Выкл термо*.

Нажать кнопку *ENTER*.

На индикаторе появится следующее сообщение:

Т-стат включен
Выключить?

Нажмите на кнопку *ENTER* – чтобы выключить термостат или на кнопку  , чтобы оставить термостат включенным.

Для удобства работы с кюветами, имеющими длину оптического пути 10, 20 и 30 мм используют съемную вставку, которая устанавливается в соответствующие размеру кюветы пазы корпуса кюветного отделения. При работе с кюветой имеющей длину оптического пути 50 мм вставку не используют, как показано на рис. 5.

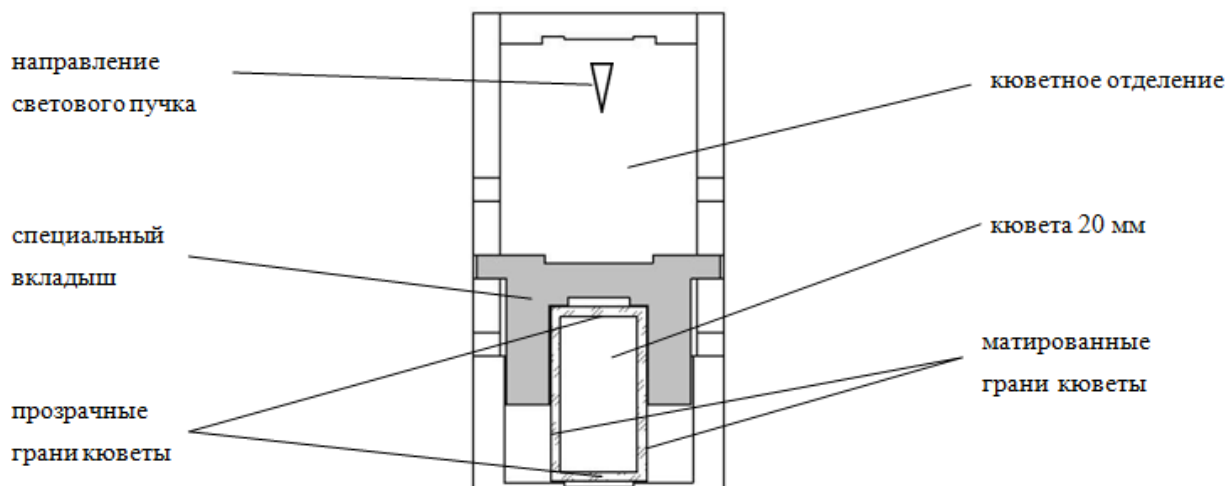


Рис. 5. Правильная установка кюветы 10 мм, 20 мм и 30 мм
(вкладыш переместить в нужные пазы кюветного отделения)

7. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Чтобы приступить к выполнению экспериментальной части, необходимо приготовить растворы с различным содержанием нитратов в пробах.

В среде концентрированной серной кислоты нитрат-ионы реагируют с салицилатом натрия, образуя смесь 3-нитросалициловой и 5-нитросалициловой кислот, соли которых изменяют окраску раствора в зависимости от концентрации нитрат-ионов. Для измерения концентрации вещества в растворе необходимо предварительно выполнить ряд операций.

Приготовление исследуемого раствора

(выполняется по указанию преподавателя)

1. Зачерпнуть ложечкой из банки № 1 (или 2, 3, 4) пробу почвы и медленно насыпать в стаканчик, стоящий на весах, пока указатель не покажет « $5 + 0,2$ г».
2. Влить в стаканчик с пробой почвы дистиллированную воду до деления 40.
3. Поместить в стаканчик магнитный мешатель и поставить с пробой на платформу магнитной мешалки.
4. Подключить магнитную мешалку к сети переменного тока (220 В).
5. Через 2 мин установить переключатель оборотов в положение «0».

6. Сложить бумажный фильтр пополам, затем еще раз пополам и вставить в воронку, которую поместить в пустой стаканчик (100 мл).
7. Отфильтровать полученную суспензию через бумажный фильтр (фильтр выбросить в урну). Фильтрат использовать для дальнейшего анализа.

Магнитный мешатель в урну не выбрасывать!

8. В пробирку положить одну синюю микроложку без верха порошкообразного реактива (салицилат натрия).
9. Добавить с помощью шприца 5 мл реактива (концентрированная серная кислота), плотно закрыть сосуд и осторожно потряхивать до полного растворения реактива.

При попадании на кожу концентрированной серной кислоты немедленно промыть пораженное место содовым раствором, а затем обильно промыть проточной водой!

10. Добавить в сосуд 5 мл фильтрата, закрыть сосуд, перемешать содержимое. При наличии нитратов в фильтрате раствор в сосуде изменит окраску в зависимости от концентрации нитратов в пробе.

8. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Задание

1. Определить концентрацию нитратов в водной вытяжке C_x .
2. Произвести пересчет полученной концентрации нитратов в водной вытяжке C_x (фильтрате) на концентрацию нитратов в пробе почвы $C_{\text{почв}}$.
Сравнить полученную концентрацию $C_{\text{почв}}$ с ПДК нитратов в почве.
3. Произвести расчет концентрации нитратов в грунтовых водах $C_{\text{гр.вод.}}$.
4. Дать оценку: к какому классу загрязнения относятся грунтовые воды и какой метод очистки необходим?

Для определения концентрации нитратов в водной вытяжке необходимо на выбранной длине волны измерить *оптическую плотность* A исследуемых растворов.

Измерение оптической плотности A проводится в следующей последовательности:

1. Включить спектрофотометр PV 1251C. Дать прогреться в течение 5–10 минут.

2. Выставить длину волны $\lambda = 765$ нм
(последовательно нажать кнопки 765: 7, 6, 5 и *ENTER*).

3. Подготовить исследуемые растворы.

4. Нажатием клавиши А выбираем режим работы – *оптическая плотность*.

5. Поместить в кюветное отделение кювету с дистиллированной водой или пустую кювету.

Закрыть крышку кюветного отделения! Нажать кнопку *ZERO*. Появится сообщение

$$A = 0,000B \ A$$

6. В кюветное отделение поместить кювету с раствором нитратов 20 мг/л. Нажать кнопку А.

На индикаторе отобразится измеренная величина оптической плотности, например:

$$A = -0,915B \ A$$

7. Повторить п. 6 для других представленных растворов. Данные занести в табл. 2.

Таблица 2. Результаты эксперимента

С, мг/л	20	30	50	70	90	X
A						

8. Постройте график зависимости $A = f(C)$, откладывая по горизонтальной оси – концентрации известных растворов, указанные на кюветах, а по вертикали – соответствующие им значения оптической плотности А.

График должен иметь вид прямой линии, которая проходит через начало координат, как показано на рис. 6.

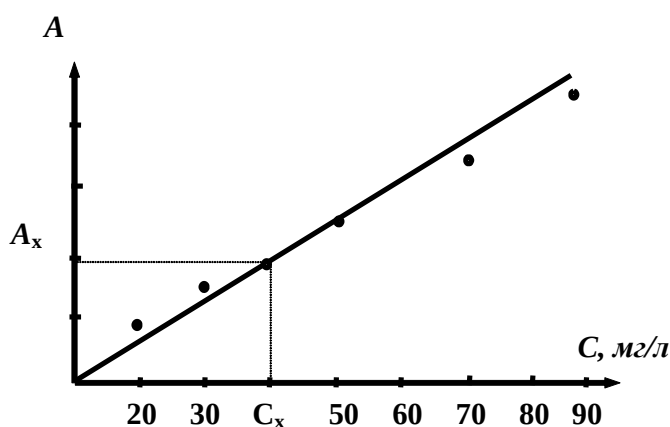


Рис. 6. График зависимости оптической плотности А от концентрации растворов С

9. По графику определите концентрацию неизвестного раствора.

10. Выключить тумблер питания и отключить спектрофотометр от сети переменного тока.

11. Произвести пересчет полученной концентрации нитратов в водной вытяжке (фильтрате) на концентрацию нитратов в пробе почвы по формуле

$$C_{\text{почв}} = C_x \cdot 40/5,$$

где $C_{\text{почв}}$ – концентрация нитратов в почве, мг/кг;

C_x – концентрация нитратов в фильтрате, мг/л;

40 – объем водной вытяжки, мл;

5 – масса пробы почвы, г.

12. Результаты занести в табл. 3.

Таблица 3. Концентрация нитратов в различных видах проб

Концентрация нитратов в водной вытяжке, мг/л, C_x	Концентрация нитратов в пробе почвы, мг/кг $C_{\text{почв}}$	Концентрация нитратов в грунтовых водах, мг/л, $C_{\text{гр. вод.}}$

13. Сделать экологическую оценку состояния почвы, загрязненной нитратами, для этого сравнить полученную концентрацию $C_{\text{почв}}$ с ПДК (130 мг/кг) нитратов в почве.

Указать во сколько раз полученная концентрация нитратов в почве превышает ПДК.

14. Произвести расчет концентрации нитратов в грунтовых водах в местах отбора проб почвы при условии 40 %-го их просачивания по формуле

$$C_{\text{гр.вод}} = C_{\text{почв}} \cdot 0,4 \cdot k,$$

где $C_{\text{гр.вод}}$ – концентрация нитратов в грунтовых водах, мг/л;

$k = 1$ – коэффициент преобразования массы в объем.

Результаты занести в табл. 3 «Концентрация нитратов в различных видах проб».

15. По табл. 4 «Класс загрязнения и методы очистки грунтовых вод» определить, к какому классу загрязнения относятся грунтовые воды.

Выбрать необходимые методы очистки, чтобы они соответствовали нормам, предъявляемым к питьевой воде.

16. Обобщить полученный материал.

Дать оценку состояния грунтовых вод в зависимости от возможного загрязнения нитратами. Предложить соответствующие методы очистки.

Таблица 4. Класс загрязнения и методы очистки грунтовых вод

Содержание нитратов в грунтовой воде, мг/л	Класс загрязнения	Метод очистки
45–60	A1	Простая физическая очистка и дезинфекция (т. е. быстрая фильтрация и дезинфекция)
60–85	A2	Нормальная физическая очистка, химическая очистка и, например, предварительное хлорирование, коагуляция, флокуляционная очистка, декантация, фильтрация, дезинфекция (завершающее хлорирование)
> 85	A3	Интенсивная физическая и химическая очистка, расширенная очистка и дезинфекция, например, хлорирование до точки перелома, коагуляция, флокуляционная очистка, декантация, фильтрация, адсорбция (активированным углем), дезинфекция (озонирования, завершающее хлорирование)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое нитраты? Как влияют нитраты на организм человека?
2. Объясните принцип работы спектрофотометра PV 1251С.
3. Как связаны коэффициент пропускания и оптическая плотность?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Котов С.Г.* Лекции по курсу «Безопасность жизнедеятельности человека» для студентов 2 курса факультета РФ и КТ БГУ <https://edurfe.bsu.by/course/view.php?id=77>
2. *Киселев В.Н.* Основы экологии. – Минск: Універсітэцкае, 1998.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Беларусь. – Минск: М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 2010.
4. *Соколов О.Л.* Нитраты в окружающей среде. – М.: Высш. шк., 1990.
5. ГОСТ 134.9619-10 «Корма растительные. Метод определения нитратов».
6. ГОСТ 26951-10 «Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом».
7. ГОСТ 27753.7-12 «Грунты тепличные. Методы определения нитратного азота».
8. Спектрофотометрическое исследование: количественный и качественный методы анализа, область применения, схема приборов <https://vistaros.ru/stati/analizatory/vozmozhnosti-spektrofotometricheskogo-titrovaniya.html>. – Дата доступа: 21.06.2024

Учебное издание

**Ермакович Вера Риммановна
Садов Петр Васильевич
Рахлей Сергей Юрьевич и др.**

ИЗУЧЕНИЕ НИТРАТОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОФОТОМЕТРА PV1251C

**Методические указания
к лабораторной работе по курсу
«Безопасность жизнедеятельности человека»
для студентов II курса
факультета радиопизики и компьютерных технологий**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *В. Р. Ермакович*

Подписано в печать 28.06.2024. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,16. Уч.- изд. л. 1,05. Тираж 50 экз. Заказ

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
на копировально-множительной технике
факультета радиопизики и компьютерных технологий
Белорусского государственного университета.
Ул. Курчатова, 5, 220064, Минск.