

**Щапов И. Е., Баранова А. А., Хохлов К. О., Чувашов Р. Д.**

**ПРОЕКТНАЯ РАБОТА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ  
«ИЗУЧЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ ХЕМОСЕНСОРОВ»**

***Илья Евгеньевич Щапов***

*магистрант*

*quemedaganas@gmail.com*

***Анна Александровна Баранова***

*кандидат технических наук, доцент*

*a.a.baranova@urfu.ru*

***Константин Олегович Хохлов***

*кандидат физико-математических наук, доцент*

*k.o.khokhlov@urfu.ru*

***Роман Дмитриевич Чувашов***

*аспирант*

*ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Физико-*

*технологический институт, Россия, г. Екатеринбург*

**DESIGN WORK FOR STUDENTS OF TECHNICAL HIGHER EDUCATION  
INSTITUTIONS «STUDY OF LUMINESCENT PROPERTIES OF  
CHEMOSENSORS»**

***Ilya Evgenyevich Shcharov***

***Anna Aleksandrovna Baranova***

***Konstantin Olegovich Khokhlov***

***Roman Dmitrievich Chuvashov***

*Ural Federal University*

***Аннотация.** В статье описан принцип работы лабораторного стенда, пояснена методика его использования. Приведены примеры использования лабораторного стенда в научно-исследовательских целях.*

***Abstract.** The article describes the principle of operation of the laboratory stand, explains the method of its use. Examples of using a laboratory stand for research purposes are given.*

***Ключевые слова:** лабораторный стенд, студенты, научная работа, люминесценция, хемосенсоры.*

***Keywords:** laboratory stand, students, scientific work, luminescence, chemosensors.*

Развитие технического образования в настоящее время направлено на подготовку выпускников-специалистов, способных к самообучению в течение всей своей профессиональной деятельности, готовых к освоению новых технологий, стремящихся к самореализации и к самоуправлению своей деятельностью. Решение этих важнейших задач осуществляется благодаря созданию таких педагогических систем, в которых реализуются субъект-субъектные отношения преподавателей и студентов. Такой подход позволяет формировать личность обучающихся, готовых к изменениям как к способу жизнедеятельности в современном постоянно меняющемся мире [2]. В такой педагогической системе студент рассматривается как субъект, как личность, а деятельность преподавателей и студентов является совместной. Продуктом этой деятельности является технически готовое решение, которое не сводится только к передаче знаний, а является как самостоятельным продуктом (с точки зрения коммерческого использования), так и базой для обучения.

Одним из удачно реализованных проектов на базе кафедры Экспериментальной физики Физико-Технологического института УрФУ является проект по реализации комплекса работ по обнаружению следовых количеств взрывчатых и наркотических веществ. Данное схемотехническое решение нашло применение и как готовый коммерческий продукт (мобильный обнаружитель нитровзрывчатых веществ «Заслон-М») (ООО АО «НПО «АТ СПЕЦТЕХНИКА» Мос-

ковская область, г. Мытищи, Россия)) (см. рисунок 1), и как элемент образовательной программы (лабораторный стенд) для магистров и бакалавров по направлению подготовки «Биотехнические системы и технологии».



Рисунок 1 — Мобильный обнаружитель нитровзрывчатых веществ «Заслон-М»

Лабораторный стенд представляет собой систему для обнаружения следовых количеств взрывчатых и наркотических веществ [4]. Искомые соединения детектируются за счет изменения люминесцентных свойств сенсоров при контакте с ними. Устройство лабораторного стенда представлено на рисунке 2.

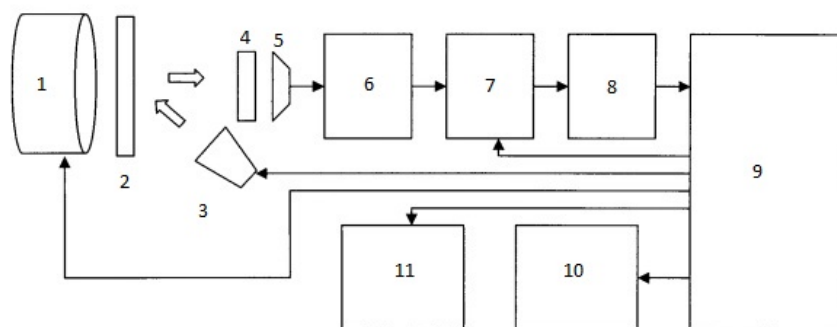


Рисунок 2 — Блок-схема лабораторного стенда

В пространство рабочего объема (1), представляющего собой светонепроницаемую коробку, с помощью насоса вводится воздух из окружающей среды. В рабочем объеме в специальной нише находится сенсор (2), расположенный перпендикулярно проходящему потоку воздуха. На сенсор направлены 2 светодиода (3), излучающих волну среднего УФ диапазона. При попадании на сенсорное вещество света определенной длины волны, молекулы этого соединения переходят

в возбужденное состояние. При их возвращении в основное состояние, часть избыточной энергии освобождается в виде электромагнитного излучения оптического диапазона. Люминесценция воспринимается находящимся далее фотоприемником (5) (фотодиод, либо ФЭУ). Перед фотоприемником на пути прохождения света располагается световой фильтр (4) для отсека излучения с длиной волны возбуждающего света. Ток с фотоприемника далее поступает на вход регулируемого усилителя сигнала (6). После усиления сигнал попадает на ПТН (7), аналого-цифровой преобразователь (8) и затем в микроконтроллер (9). После обработки сигнал в удобном для пользователя виде поступает на индикатор лабораторного стенда (10). Также для удобства последующих расчетов и анализа результатов в приборе имеется интерфейс USB для передачи данных на ПК (11).

Вещества, используемые в качестве флуоресцентных сенсоров, синтезируются сотрудниками ИОС УРО РАН [5]. Для использования хемосенсоров в работе прибора они выполняются в виде специальных воздухопроницаемых быстросъемных картриджей (см. рисунок 3).



Рисунок 3 — Картридж с хемосенсорным веществом

Физический принцип, использующийся для определения наличия в захватываемом стендом воздухе искомым соединений, основан на примесном тушении флуоресценции хемосенсоров. Существует ряд веществ-тушителей, взаимодействие которых с возбужденными частицами приводит к снижению интенсивности люминесценции [1, 3, 6]. В основном, это происходит за счет того, что частицы тушителя и возбужденные молекулы флуоресцирующего вещества при контакте образуют устойчивый нефлуоресцирующий комплекс, возбужденное

состояние которого имеет меньшую энергию, ввиду чего возвращение молекулы в основное состояние идет через только что образованный энергетический уровень без испускания люминесцентных квантов.

Для использования лабораторного стенда в научных целях была разработана специальная методика его использования. В небольшом герметичном контейнере размещается некоторое нефиксированное количество исследуемого вещества (малое относительно объема контейнера) в твердом или жидком виде. Вещество выдерживается при комнатной температуре не менее суток; считается, что за сутки в объеме установится концентрация частиц вещества в газообразном состоянии равная концентрации насыщенного пара этого вещества. Таким образом, спустя сутки анализируемые соединения готовы к измерениям. Непосредственно измерение (после калибровки относительно используемого сенсора) проходит по следующей схеме: в течение 10 секунд происходит отбор воздуха, затем на 10 секунд к отверстию в рабочем объеме подносится открытый контейнер с содержащимся внутри аналитом. Затем контейнер необходимо закрыть и в течение 30 секунд пропускать через прибор обыкновенный комнатный воздух, для оценки восстановления люминесцентных свойств сенсора после контакта с веществом-тушителем. За одно измерение по такой схеме необходимо поднести открытый контейнер 3 раза для того, чтобы установить факт влияния на интенсивность люминесценции ненасыщенных паров какого-либо аналита.

Методика проведения измерений такова, что позволяет достоверно судить о качественном влиянии присутствия различных соединений в исследуемом воздухе на интенсивность люминесценции [6, 7]. В качестве примера, на рисунке 4 представлен график, иллюстрирующий влияние нитробензола, являющегося прекурсором взрывчатых веществ, на хемосенсор VEV-1688.

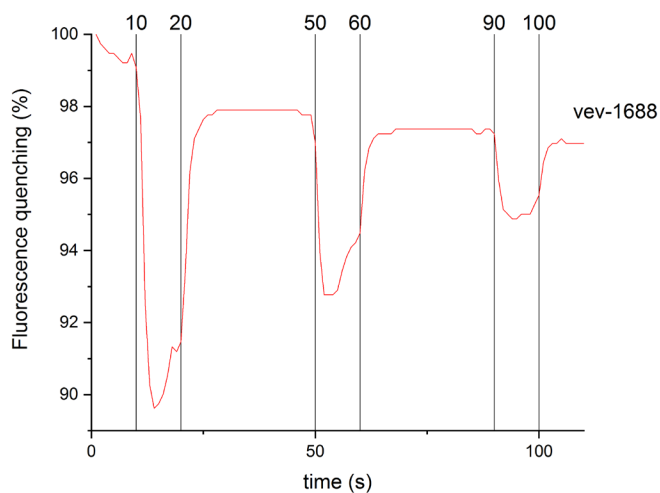


Рисунок 4 — Изменение интенсивности люминесценции хемосенсора VEV-1688 при контакте с нитробензолом

В научно-образовательных целях данный лабораторный стенд успешно применяется в рамках учебной практики и НИР студентов. Благодаря организации этих процессов на кафедре Экспериментальной физики студентами постоянно проводятся исследования люминесцентных свойств новых уникальных хемосенсоров, синтезируемых сотрудниками ИОС УРО РАН. Ценность изобретения, помимо его практического применения, также состоит и в том, что вокруг прибора можно выстроить множество проектных работ по смежным дисциплинам для студентов разного уровня подготовки, например, наличие интерфейса USB позволяет перемещать данные на ПК, соответственно, результаты исследований, полученные в ходе выполнения заданий, могут быть далее структурированы в специальные базы данных в рамках дисциплины «Информационные технологии в биомедицинской инженерии».

Использование лабораторного стенда студентами технических вузов при выполнении научно-исследовательских и лабораторных работ способствует росту мотивации студентов к совершению учебно-познавательной деятельности, сподвигает к поиску решений научно-исследовательских проблем из области будущей профессиональной деятельности, повышает навык самостоятельной работы с информацией и развивает умение ориентироваться в информационном пространстве. Применение практически используемых лабораторных стендов

является эффективным способом формирования общей и профессиональной культуры студентов, направленной на непрерывное самосовершенствование и самореализацию.

### *Список литературы*

1. Баранова, А. А. Детектор следовых количеств нитросодержащих взрывчатых веществ : дис....канд. техн. наук : 05.11.13 / Анна Александровна Баранова. – Екатеринбург, 2016. – 139 с.

2. Виштак, Н. М. Использование метода проектов в организации научно-исследовательской работы студентов технических вузов / Н. М. Виштак, И. А. Штырова, С. Н. Грицюк // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 3. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24643>.

3. Левшин, В. Л. Фотолюминесценция жидких и твердых веществ / В. Л. Левшин. – Москва: Гос. изд-во технико-технической литературы, 1951. – 456 с.

4. Патент 159783 Российская Федерация, МКИ7 G01N 21/64. Прибор для мобильного обнаружения взрывчатых и наркотических веществ / К. О. Хохлов, А. А. Баранова [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Мегавольт». № 2014146811/28; заявл. 20.11.14; опубл. 20.02.16, Бюл. № 5. – 7 с.

5. Патент 148668 Российская Федерация, МКИ7 G01N 21/01. Сенсорный элемент для фотолюминесцентного или оптического детектора паров. / Г. В. Зырянов, И. С. Ковалев [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Сенстек». № 2014127397/28; заявл. 04.07.14; опубл. 10.12.14, Бюл. № 34. 15 с.

6. Чувашов, Р. Д. Экспериментальный спектрометрический стенд для обнаружения и идентификации нитросоединений: дис.... магистр. (12.04.04). – Екатеринбург, 2018. – 94 с.

7. Щапов, И. Е. Исследование влияния различных веществ на обнаружение нитросодержащих взрывчатых веществ методом хемолуминесценции / И. Е. Щапов, А. А. Баранова, К. О. Хохлов, Р. Д. Чувашов // Медико-экологиче-

ские информационные технологии – 2019: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-технической конференции / редкол.: Н. А. Кореневский [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2019. – С. 43–48.

УДК 378.018.43:378.14:004

**Щепетова К. Е., Чучкалова Е. И.**

**РЕОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТОВ-  
ЗАОЧНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ**

*Ксения Евгеньевна Щепетова*

*главный специалист отдела реализации образовательных программ*

*kbodulenko@mail.ru*

*Елена Ивистальевна Чучкалова*

*к.э.н., доцент*

*Lika\_tin@mail.ru*

*ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический  
университет», Россия, Екатеринбург*

**REORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS OF PART-TIME  
STUDENTS IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF EDUCATION**

*Ksenia Shchepetova*

*Elena Chuchkalova*

*Russian State Vocational Pedagogical University, Russia, Ekaterinburg*

*Аннотация. В статье рассматривается вариант реорганизации учебного процесса с применением смешанных технологий в учебном процессе студентов направления подготовки Профессиональное обучение заочной формы обучения уровней бакалавриата.*