

Совместное определение парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты методом многоволновой УФ-спектрометрии

П. А. Николайчук¹

УДК 543.38, 543.422.3-76

Предложен метод совместного определения парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты в смывных водах с промышленного оборудования с использованием многоволновой УФ-спектрометрии с обработкой спектров классическим методом наименьших квадратов. Спектры записываются в интервале длин волн от 200 до 300 нм в водном растворе без предварительного регулирования pH, вычисление концентраций компонентов смеси производится методами линейной алгебры. Метод позволяет совместно определять парацетамол, кофеин и ацетилсалициловую кислоту в растворах в интервале концентраций 2–10 мг/л, не требует длительной пробоподготовки и сложного аналитического оборудования и подходит для повседневного совместного определения трех компонентов в смывных водах с промышленного оборудования.

Ключевые слова: парацетамол, кофеин, ацетилсалициловая кислота, водный раствор, многоволновое спектрофотометрическое определение, метод наименьших квадратов, смывные воды с промышленного оборудования

Введение

Очистка фармацевтического промышленного оборудования и определение остаточного содержания производимых продуктов на уровне ppm на его поверхности и в смывных водах является неотъемлемой частью фармацевтического производства [1]. Предельные количества активных фармацевтических ингредиентов, их возможных продуктов разложения и используемых чистящих средств на поверхности оборудования и в смывах с него определяются величинами допустимой ежедневной экспозиции [2]. Хотя ее значение зависит от множества факторов [3] и может сильно различаться даже на разных производственных линиях одного предприятия, для большинства лекарственных препаратов, крупнотоннажно

производимых на территории РФ, их допустимые остаточные содержания на поверхности оборудования находятся на уровне ppm. Кроме того, в последнее время все большее опасение вызывает загрязнение природных вод субстанциями, попадающими в окружающую среду из смывных вод фармацевтических производств [4]. Поэтому весьма актуальна задача определения остаточного содержания лекарственных средств в промышленных стоках на уровне ppm.

Комбинированные препараты, содержащие парацетамол, кофеин и ацетилсалициловую кислоту, широко используются во всем мире в качестве анальгетиков, противовоспалительных средств и лекарств от головной боли [5–7]. При этом и парацетамол [8], и кофеин [9], и ацетилсалициловая кислота [10] являются потенциально опасными загрязнителями природных вод. Существует огромное количество методов совместного определения этих компонентов,

¹ ООО «Велфарм», 640008, г. Курган, пр-т Конституции, 11.

с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии [11], твердофазной молекулярной флуоресценции [12], капиллярного электрофореза [13], инфракрасной спектроскопии [14], вольтамперометрии [15], тонкослойной хроматографии [16] и ультрафиолетовой спектроскопии [1, 17-25].

Для повседневного мониторинга метод определения должен быть по возможности экспрессным и простым. Этим критериям соответствует УФ-спектроскопия, которая и является предпочтительной. Спектры парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты частично перекрываются (рис. 1), что несколько осложняет совместное определение трех компонентов только по интенсивности максимумов [1].

Разработано много методик на основе многоволновой спектроскопии и метода наименьших квадратов [17-25]. Однако, они предназначены для определения содержания компонентов в фармацевтических препаратах, где в качестве растворителей используются метанол [20, 23], этанол [1, 17-19, 21], буферные растворы [17] или кислоты [1, 20, 22, 24, 25], что делает их непригодными для анализа смывных вод. Поэтому цель настоящей работы состояла в разработке УФ-спектроскопического метода совместного определения парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты непосредственно в смывных водах с промышленного оборудования без использования органических растворителей и контроля pH раствора.

Суть метода совместного определения нескольких соединений методом многоволновой УФ-спектроскопии состоит в следующем [26]. Если записать УФ-спектр поглощения смеси i -го числа соединений в некотором интервале длин волн, то для каждой из j длин волн в соответствии с основным законом светопоглощения будет выполняться равенство:

$$A_j = \sum_i \epsilon_{ij} \cdot l \cdot c_i, \quad (1)$$

в котором A_j – абсорбируемость смеси при длине волны j ; ϵ_{ij} – коэффициент погашения соединения i для излучения длины волны j ; l – длина светового пути; c_i – концентрация вещества i в растворе. Если оптическую длину пути считать постоянной и принять равной единице, то выражение основного закона светопоглощения (1) можно переписать в матричном виде:

$$\mathbf{A} = \mathbf{E} \cdot \mathbf{C},$$

в котором \mathbf{A} – вектор абсорбируемостей смеси (размер вектора $j \times 1$); \mathbf{E} – матрица коэффициентов погашения

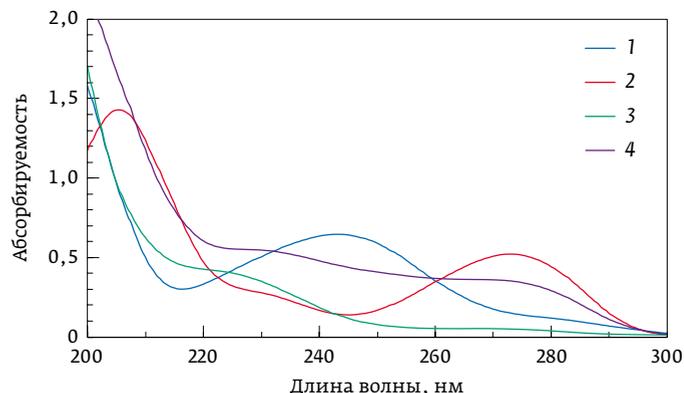


Рис. 1. УФ-спектры водных растворов: (1) 10 мг/л парацетамола, (2) 10 мг/л кофеина, (3) 10 мг/л ацетилсалициловой кислоты, (4) смеси 5 мг/л каждого из компонентов

(размер матрицы $j \times i$); \mathbf{C} – вектор концентраций (размер вектора $i \times 1$). В линейной алгебре операции деления матриц нет, однако существует понятие обратных матриц, таких, что произведение исходной матрицы на обратную ей представляет собой единичную матрицу \mathbf{I} . Интуитивно кажется, что, вычислив обратную матрицу \mathbf{E}^{-1} и умножив на нее левую и правую части выражения (2), можно было бы выразить вектор концентраций \mathbf{C} следующим образом: $\mathbf{E}^{-1} \cdot \mathbf{A} = \mathbf{E}^{-1} \cdot \mathbf{E} \cdot \mathbf{C} = \mathbf{I} \cdot \mathbf{C} = \mathbf{C}$. Однако операция обращения применима только к квадратным матрицам, а матрица \mathbf{E} таковой не является. Для того чтобы превратить матрицу \mathbf{E} в квадратную, ее необходимо предварительно умножить на транспонированную матрицу \mathbf{E}^T (размер матрицы $i \times j$). Затем необходимо вычислить обратную матрицу $(\mathbf{E} \cdot \mathbf{E}^T)^{-1}$, после чего выражение (2) можно преобразовать следующим образом:

$$(\mathbf{E} \cdot \mathbf{E}^T)^{-1} \cdot \mathbf{E}^T \cdot \mathbf{A} = (\mathbf{E} \cdot \mathbf{E}^T)^{-1} \cdot \mathbf{E}^T \cdot \mathbf{E} \cdot \mathbf{C} = \mathbf{I} \cdot \mathbf{C} = \mathbf{C}, \quad (3)$$

$$\mathbf{C} = (\mathbf{E} \cdot \mathbf{E}^T)^{-1} \cdot \mathbf{E}^T \cdot \mathbf{A}. \quad (4)$$

Более подробно теория метода изложена в работах [26, 27]. Если для каждого из i компонентов смеси предварительно записать серию градуировочных спектров, по ним вычислить коэффициенты погашения ϵ_{ij} для каждой из j длин волн и составить матрицу \mathbf{E} , а затем записать спектр исследуемой смеси и составить вектор абсорбируемостей \mathbf{A} , то, применив преобразование (4), можно получить вектор неизвестных концентраций компонентов смеси \mathbf{C} . При этом размерность концентраций

будет соответствовать размерности концентраций градуировочных растворов, использованных для построения градуировочных спектров.

Экспериментальная часть

Реактивы и оборудование

Парацетамол (98%), кофеин (99%), ацетилсалициловая кислота (99%) и уксусный ангидрид (99%) приобретали у компании Sigma-Aldrich. Серная кислота (х. ч.) и соляная кислота (х. ч.) производства ООО «Экос-1». Бромид калия (ч. д. а.), хлорид железа (III) шестиводный (ч), пероксид водорода (ч. д. а.), хлорная кислота (х. ч.), хлороформ (ч. д. а.), кристаллический фиолетовый (ч. д. а.), гидроксид натрия (ч. д. а.) и фенолфталеин (ч. д. а.) приобрели у ООО «ЛенРеактив», нитрит натрия (ч. д. а.) – у ООО «Реактивторг», этанол (ч. д. а.) – у ООО «Химмед». Индикаторная йодкрахмальная бумага закуплена у ООО «Экросхим». Таблетки, содержащие три субстанции, приобретали в местных аптеках. Для моделирования смывов с промышленного оборудования использовали плоские пластинки из стали 12X12H10T. Навески брали на аналитических весах Sartorius Cubis MSA 225P-ICE-DI. Отбор аликвот проводили микропипетками производства Thermo Fisher Scientific. Для фотометрических измерений использовали спектрофотометр Agilent Cary 60 под управлением программного обеспечения Cary WinUV. Вся используемая посуда имела второй класс точности. Воду для приготовления растворов предварительно очищали системой Sartorius Arium Pro VF Ultrapure Water.

Приготовление основного раствора парацетамола

Предварительно содержание основного вещества в парацетамоле определялось в соответствии с ФС 42-0268-07 [28]. Для этого навеску фармацевтической субстанции 0,200 г кипятили с обратным холодильником с добавлением 10 мл 50%-ного раствора серной кислоты в течение 1 ч, холодильник промывали 30 мл воды, объем раствора доводили водой до 80 мл, к раствору прибавляли 1 г бромида калия и раствор титровали 0,1 М раствором нитрита натрия в соответствии с ОФС.1.2.3.0013.15 [29]. Конец титрования устанавливали по йодкрахмальной бумаге.

Навеску 0,200 г парацетамола помещали в мерную колбу объемом 2000 мл, и объем раствора доводили до метки водой. Концентрацию приготовленного раствора вычисляли исходя из установленного содержания парацетамола в фармацевтической субстанции.

Приготовление основного раствора кофеина

Предварительно содержание основного вещества в кофеине определяли в соответствии с ФС 42-0249-07 [28]. Для этого навеску предварительно высушенной до постоянной массы фармацевтической субстанции 0,150 г растворяли в 2 мл хлороформа, затем прибавляли 40 мл уксусного ангидрида и раствор титровали 0,1 М раствором хлорной кислоты до перехода окраски индикатора кристаллического фиолетового в желтую.

Навеску 0,200 г кофеина помещали в мерную колбу объемом 2000 мл и добавляли воду до метки. Концентрацию приготовленного раствора вычисляли исходя из установленного содержания кофеина в фармацевтической субстанции.

Приготовление основного раствора ацетилсалициловой кислоты

Предварительно содержание основного вещества в ацетилсалициловой кислоте определяли в соответствии с ФС.2.1.0006.15 [29]. Для этого навеску фармацевтической субстанции 0,400 г растворяли в 10 мл нейтрализованного по фенолфталеину и охлажденного до 10 °С этанола и титровали 0,1 М раствором гидроксида натрия до перехода в розовый цвет окраски фенолфталеина.

Навеску 0,200 г ацетилсалициловой кислоты помещали в мерную колбу объемом 2000 мл и доливали до метки воду. Концентрацию приготовленного раствора вычисляли исходя из установленного содержания ацетилсалициловой кислоты в фармацевтической субстанции.

Приготовление градуировочных растворов

Градуировочные растворы парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты с концентрациями 2, 4, 6, 8 и 10 мг/л готовили соответствующим разбавлением основных растворов фармацевтических субстанций.

Приготовление рабочего раствора

Рабочий раствор, содержащий по 5 мг/л каждого из компонентов смеси готовили заново ежедневно смешением соответствующих аликвот основных растворов фармацевтических субстанций.

Приготовление раствора из таблеток

Доступные в аптеках таблетки содержат 180 мг парацетамола, 30 мг кофеина и 240 мг ацетилсалициловой кислоты. Десять таблеток тщательно растирали в фарфоровой ступке, растворяли в 1000 мл воды, раствор фильтровали и переносили в мерную колбу объемом 2000 мл. Осадок на фильтре

промывали дистиллированной водой до тех пор, пока в пробах из промывных вод качественные реакции на компоненты смеси начали давать отрицательные результаты. Промывные воды объединяли с фильтратом и доливали до метки водой. Аликвоту 10,0 мл приготовленного раствора помещали в мерную колбу объемом 2000 мл и доливали до метки водой. Концентрации парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты в полученном растворе составляли 4,5; 0,75 и 6 мг/л, соответственно.

Качественное определение следов фармацевтических субстанций в пробах из промывных вод проводили для парацетамола – в соответствии с ФС 42-0268-07 [28] по реакции с хлоридом железа (III), для кофеина – в соответствии с ФС 42-0249-07 [28] по реакции с пероксидом водорода и аммиаком, для ацетилсалициловой кислоты – в соответствии с ФС.2.1.0006.15 [29] по реакции с гидроксидом натрия и хлоридом железа (III).

Приготовление модельных смывных вод из рабочих растворов или растворов исследуемых препаратов

Аликвоты 10 мл рабочего раствора или раствора из таблеток помещали на плоские пластинки, изготовленные из нержавеющей стали 12Х12Н10Т и высушивали в вытяжном шкафу. Ватный тампон на проволоке погружали в воду, и с его помощью сухой остаток смывали с пластинок в течение 2 мин. Использованные ватные тампоны погружали в пробирки с 10,0 мл дистиллированной воды и перемешивали в течение 5 мин. Полученные растворы переносили в мерные колбы объемом 10 мл и доливали до метки водой. Ожидаемая концентрация

каждого из компонентов смеси в полученных модельных смывных водах из рабочих растворов составляла 5 мг/л, а ожидаемые концентрации парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты в модельных смывных водах из растворов исследуемых препаратов составляли 4,5; 0,75 и 6 мг/л, соответственно.

Построение градуировочных графиков

Приготовленные градуировочные растворы парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты с концентрациями от 2 до 10 мг/л помещали в кварцевые кюветы с оптической длиной пути 1 см и их УФ-спектры записывали в интервале длин волн от 200 до 300 нм с шагом 0,5 нм относительно дистиллированной воды (рис. 2-4).

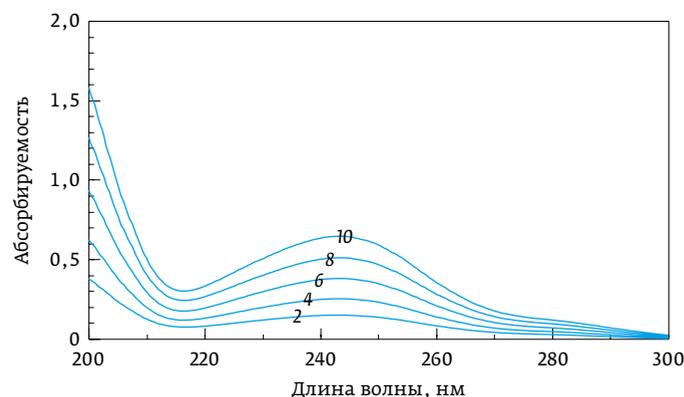


Рис. 2. УФ-спектры водных растворов парацетамола с концентрациями 2, 4, 6, 8 и 10 мг/л относительно дистиллированной воды

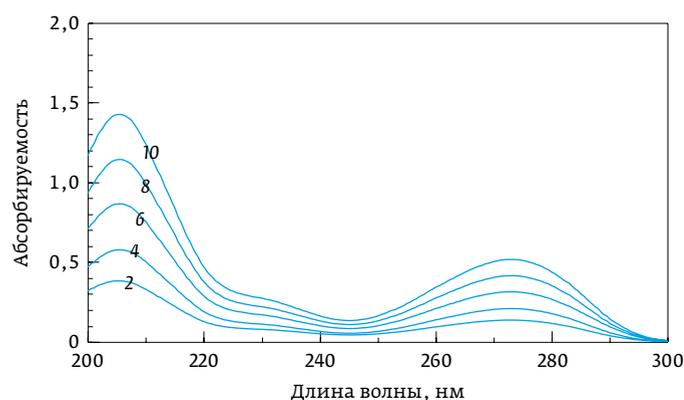


Рис. 3. УФ-спектры водных растворов кофеина с концентрациями 2, 4, 6, 8 и 10 мг/л относительно дистиллированной воды

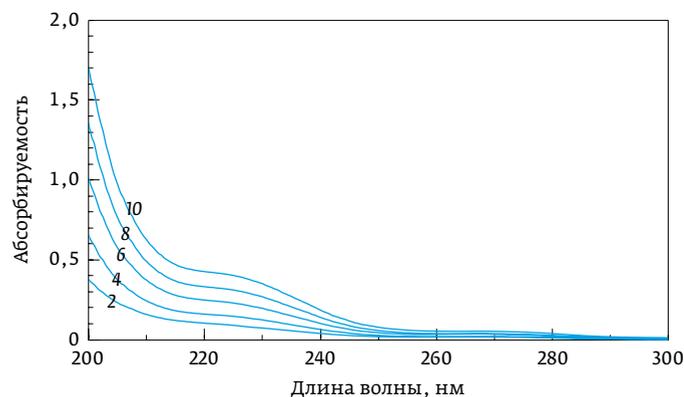


Рис. 4. УФ-спектры водных растворов ацетилсалициловой кислоты с концентрациями 2, 4, 6, 8 и 10 мг/л относительно дистиллированной воды

Таблица 1. Матрица коэффициентов пропорциональности **E**

Длина волны, нм	Номер длины волны по порядку	Номер компонента смеси		
		1 Парацетамол	2 Кофеин	3 Ацетилсалициловая кислота
200	1	ϵ_{11}	ϵ_{21}	ϵ_{31}
200,5	2	ϵ_{12}	ϵ_{22}	ϵ_{32}
...
300	201	ϵ_{1201}	ϵ_{2201}	ϵ_{3201}

Обработка результатов эксперимента

По градуировочным спектрам парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты для каждой длины волны j и для каждого компонента i строили градуировочную зависимость в виде $A_j = \epsilon_{ij} \cdot c_i$, в которой c_i – концентрация компонента смеси, мг/л; A_j – абсорбируемость при соответствующей длине волны и длине светового пути 1 см; ϵ_{ij} – коэффициент погашения, л/(мг·см). Из полученных значений коэффициентов погашения составлялась матрица коэффициентов пропорциональности **E** (размер матрицы 201×3, где 201 – общее число длин волн, по которым записаны градуировочные спектры, 3 – число компонентов смеси). Матрица показана в табл. 1.

Спектр испытуемой смеси, содержащей все три компонента, записывали в том же интервале длин волн и с тем же шагом, которые были использованы при записи градуировочных спектров. Из полученных значений абсорбируемостей испытуемой смеси на каждой длине волны составлялся вектор абсорбируемостей **A** (размер вектора 201×1). Вычислялась матрица $(E \cdot E^T)^{-1} \cdot E^T$ и умножалась на вектор **A**, в результате получался вектор концентраций компонентов смеси **C** (размер вектора 3×1). Первый, второй и третий элементы вектора **C** соответствовали концентрациям парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты в испытуемой смеси.

Результаты и обсуждение

Аналитические показатели

Аналитические показатели метода определены в соответствии с ОФС.1.1.0012.15 Государственной фармакопеи Российской Федерации [29]. Метод проверен на линейность, избирательность, правильность и сходимость в пределах одного и нескольких дней.

Линейность

Зависимости коэффициентов погашения ϵ_{ij} и коэффициентов достоверности аппроксимации R^2 для соответствующих уравнений линейной регрессии от длины волны при их расчете в интервале концентраций от 2 до 10 мг/л показаны на рис. 5.

Как видно из рис. 5, вид зависимостей коэффициентов погашения от длины волны повторяют вид УФ-спектров, показанных на рис. 1, во всем диапазоне длин волн, без видимых выпадающих точек. Коэффициенты достоверности аппроксимации соответствующих уравнений линейной регрессии превышают 0,99 для парацетамола во всем интервале длин волн, для кофеина – в интервале от 200 до 295 нм, для ацетилсалициловой кислоты – от 200 до 260 нм. При этом для кофеина в интервале от 295 до 300 нм, и для ацетилсалициловой кислоты в интервале от 260 до 300 нм коэффициенты достоверности аппроксимации не опускаются ниже 0,96. При включении в расчет меньших значений концентраций величины

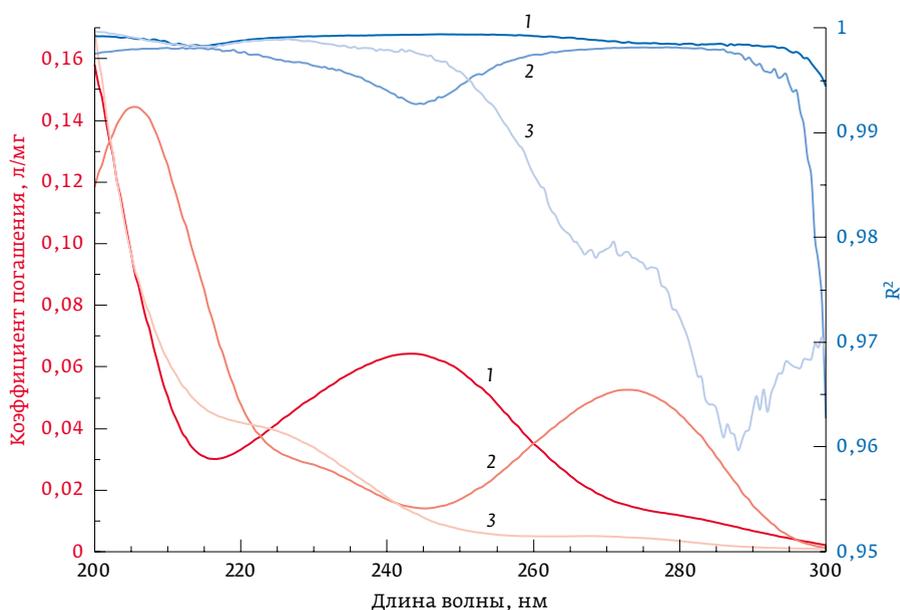


Рис. 5. Коэффициенты погашения (ось слева) и коэффициенты достоверности аппроксимации (ось справа) при различных длинах волн для растворов: 1 – парацетамола, 2 – кофеина, 3 – ацетилсалициловой кислоты. Расчет проведен для интервала концентраций от 2 до 10 мг/л

Математическая обработка результатов эксперимента при помощи программы Microsoft Excel

В пустой книге Excel создается два рабочих листа – «Спектры» и «Матрицы». На листе «Спектры» в столбце А в ячейки А4:А204 помещаются значения длин волн (от 200 до 300 нм с шагом 0,5 нм), при которых записывались градуировочные и исследуемые спектры. Во второй строке в ячейки В2: F2 помещаются значения концентраций раствора парацетамола, в ячейки Н2: L2 – кофеина и в ячейки N2: R2 – ацетилсалициловой кислоты, для которых записывались градуировочные спектры. В массив ячеек В4: F204 помещаются значения абсорбируемостей градуировочных растворов (градуировочные спектры) парацетамола, в ячейки Н4: L204 – кофеина и в ячейки N4: R204 – ацетилсалициловой кислоты.

В ячейку G4 вносится формула =ИНДЕКС(ЛИНЕЙН(В4: F4; B\$2: F\$2; ЛОЖЬ; ИСТИНА); 1; 1). Выполняется копирование формулы («Копировать» – «Специальная вставка» – «Формулы») в массив ячеек G5: G204. Таким образом, в массиве ячеек G4: G204 собираются значения коэффициентов погашения для парацетамола. Выполняется копирование формулы в массив ячеек M4: M204, в результате чего в нем собираются значения коэффициентов погашения для кофеина, и в массив ячеек S4: S204, в результате чего в нем собираются значения коэффициентов погашения для ацетилсалициловой кислоты. В массив ячеек T4: T204 помещаются значения абсорбируемостей исследуемого раствора. В ячейки помещаются пояснения. Общий вид листа «Спектры» после внесения в него данных градуировочных спектров и спектра исследуемого раствора показан на рис. 6.

На листе «Матрицы» в ячейки А1, В1, С1 и D1 вносятся пояснения «Парацетамол», «Кофеин», «Ацетилсалициловая кислота» и «Спектр смеси»,

соответственно. Выбирается массив ячеек А2: А202 и в строку формул вносится формула =Спектры!G4: G204, после чего нажимается комбинация клавиш Ctrl+ Shift+ Enter. Таким образом, массив ячеек А2: А202 становится связан с массивом градуировочных спектров G4: G204 на листе «Спектры» и будет автоматически обновляться при внесении изменений в градуировочные спектры парацетамола. Аналогичным образом, в массив ячеек В2: В202 вносится формула =Спектры!M4: M204, и он связывается с градуировочными спектрами кофеина, в массив С2: С202 – формула =Спектры!S4: S204, и он связывается с градуировочными спектрами ацетилсалициловой кислоты, и в массив D2: D202 – формула =Спектры!T4: T204, и он связывается со спектром испытуемой смеси.

Затем в массив ячеек А205: С205 вносится формула =МУМНОЖ(ТРАНСП(D2: D202); МУМНОЖ(А2: С202; МОБР(МУМНОЖ(ТРАНСП(А2: С202); А2: С202))))). В результате в нем вычисляются значения вектора концентраций.

Вновь на листе «Спектры» в массив ячеек А208: С208 вносится формула =Матрицы!А205: С205, и он связывается со значениями концентраций. В ячейке А208 приводится вычисленная концентрация парацетамола, в ячейке В208 – кофеина, в ячейке С208 – ацетилсалициловой кислоты. После этого можно добавить пояснения и скрыть лист «Матрицы» из вида.

Теперь при внесении новых значений абсорбируемостей испытуемого раствора в массив ячеек T4: T204 рассчитанные значения концентраций компонентов смеси автоматически показываются в ячейках А208: С208. Подготовленный таким образом файл можно использовать для быстрой математической обработки большого количества экспериментальных данных.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T		
1	Компонент	Парацетамол										Кофеин					Ацетилсалициловая кислота					Смесь
2	с, мг/л	2	4	6	8	10	Е л/мг	2	4	6	8	10	Е, л/мг	2	4	6	8	10	Е, л/мг	5+5 мг/л		
3	λ, нм	А										А					А					
4	300,0	0,00553	0,00905	0,01169	0,01935	0,02219	0,00225	0,00416	0,00593	0,01008	0,00897	0,01110	0,00125	0,00272	0,00265	0,00587	0,00582	0,01055	0,00092	0,01942		
5	299,5	0,00606	0,00998	0,01312	0,02129	0,02454	0,00248	0,00464	0,00681	0,01146	0,01079	0,01350	0,00148	0,00268	0,00272	0,00588	0,00590	0,01058	0,00093	0,02192		
6	299,0	0,00668	0,01073	0,01432	0,02283	0,02670	0,00269	0,00535	0,00775	0,01275	0,01250	0,01555	0,00170	0,00290	0,00283	0,00614	0,00607	0,01089	0,00096	0,02382		
7	298,5	0,00710	0,01147	0,01554	0,02452	0,02864	0,00289	0,00602	0,00874	0,01421	0,01428	0,01766	0,00192	0,00286	0,00279	0,00615	0,00614	0,01097	0,00097	0,02607		
8	298,0	0,00772	0,01262	0,01712	0,02669	0,03130	0,00316	0,00702	0,01010	0,01658	0,01741	0,02173	0,00232	0,00308	0,00286	0,00637	0,00626	0,01120	0,00099	0,02928		
9	297,5	0,00821	0,01342	0,01822	0,02784	0,03293	0,00332	0,00780	0,01126	0,01807	0,01948	0,02424	0,00258	0,00326	0,00296	0,00662	0,00645	0,01143	0,00102	0,03150		
10	297,0	0,00858	0,01416	0,01932	0,02972	0,03515	0,00354	0,00870	0,01275	0,02016	0,02235	0,02824	0,00296	0,00321	0,00289	0,00676	0,00656	0,01158	0,00103	0,03458		
11	296,5	0,00901	0,01477	0,02054	0,03121	0,03708	0,00373	0,00984	0,01434	0,02220	0,02551	0,03176	0,00333	0,00322	0,00288	0,00684	0,00660	0,01171	0,00104	0,03779		
12	296,0	0,00962	0,01599	0,02200	0,03315	0,03960	0,00398	0,01109	0,01642	0,02557	0,03000	0,03746	0,00389	0,00328	0,00299	0,00688	0,00664	0,01188	0,00105	0,04135		
13	295,5	0,01050	0,01705	0,02369	0,03554	0,04252	0,00428	0,01313	0,01922	0,03000	0,03532	0,04392	0,00457	0,00361	0,00304	0,00714	0,00701	0,01218	0,00109	0,04644		
14	295,0	0,01092	0,01794	0,02491	0,03729	0,04468	0,00449	0,01447	0,02141	0,03337	0,03938	0,04963	0,00512	0,00382	0,00322	0,00746	0,00724	0,01249	0,00113	0,05017		
15	294,5	0,01144	0,01882	0,02638	0,03911	0,04697	0,00472	0,01630	0,02433	0,03808	0,04569	0,05719	0,00589	0,00385	0,00326	0,00755	0,00741	0,01284	0,00115	0,05539		
16	294,0	0,01191	0,01945	0,02747	0,04048	0,04869	0,00490	0,01783	0,02676	0,04256	0,05040	0,06294	0,00650	0,00399	0,00323	0,00775	0,00755	0,01298	0,00117	0,05926		
17	293,5	0,01265	0,02031	0,02874	0,04212	0,05119	0,00513	0,02035	0,03011	0,04797	0,05685	0,07117	0,00734	0,00411	0,00325	0,00796	0,00783	0,01337	0,00121	0,06460		

Рис. 6. Общий вид листа «Спектры» с внесенными данными

Таблица 2. Линейность метода, пределы обнаружения и пределы количественного определения для некоторых длин волн

Компонент	Парацетамол	Кофеин	Ацетилсалициловая кислота
Длина волны в максимуме поглощения, нм	243	273	220
Коэффициент погашения, л/(мг·см)	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,03	0,04 ± 0,01
Свободный член регрессионного уравнения	0,002 ± 0,002	0,002 ± 0,002	0,002 ± 0,002
R ²	0,9976	0,9965	0,9933
Коэффициент чувствительности, мкг/см ²	0,016 ± 0,004	0,021 ± 0,009	0,024 ± 0,006
Предел обнаружения, мг/л	0,11	0,13	0,17
Предел количественного определения, мг/л	0,33	0,40	0,50

абсорбируемостей растворов в длинноволновой части спектра опускаются до значений, сравнимых с погрешностью спектрофотометра, а при включении больших значений концентраций – превышают полторы единицы, что в обоих случаях увеличивает погрешности настолько, что коэффициенты достоверности аппроксимации опускаются ниже 0,95. Поэтому оптимальными для сохранения линейности градуировочных спектров во всем диапазоне длин волн приняты интервалы концентраций всех компонентов смеси от 2 до 10 мг/л.

Дополнительно в табл. 2 приведены параметры регрессионных уравнений, коэффициенты погашения и коэффициенты чувствительности (представляющие собой концентрации определяемых веществ, соответствующие значению абсорбируемости 0,001 при длине светового пути 1 см [30]) в максимуме поглощения для растворов: парацетамола при длине волны 243 нм, для кофеина – при длине волны 273 нм и для ацетилсалициловой кислоты – при длине волны 220 нм.

Пределы обнаружения и количественного определения

Значения предела обнаружения (ПО) и предела количественного определения (ПКО) для парацетамола при длине волны 243 нм, кофеина при длине волны 273 нм и ацетилсалициловой кислоты при длине волны 220 нм вычислены в соответствии с ОФС.1.1.0012.15 по формулам:

$$ПО = \frac{3,3 \cdot S_a}{b}, \quad (5)$$

$$ПКО = \frac{10 \cdot S_a}{b}, \quad (6)$$

в которых S_a – стандартное отклонение свободного члена уравнения линейной регрессии, рассчитанное согласно ОФС.1.1.0013.15 [29]; b – угловой коэффициент

уравнения линейной регрессии. Рассчитанные значения приведены в табл. 2.

Мешающее влияние часто используемых вспомогательных компонентов

Согласно Государственному реестру лекарственных средств Российской Федерации (<https://grls.gosminzdrav.ru/Default.aspx>), обычными вспомогательными компонентами в таблетках, содержащих парацетамол, кофеин и ацетилсалициловую кислоту, являются микрокристаллическая целлюлоза, кроскармеллоза натрия, повидон К-25, лимонная кислота, порошок какао-бобов и стеарат магния. Изучено возможное мешающее влияние со стороны этих веществ. Большинство вспомогательных компонентов, кроме лимонной кислоты и порошка какао-бобов, нерастворимы в воде при комнатной температуре, поэтому, после фильтрации раствора не оказывают влияния на УФ-спектры. Растворы лимонной кислоты [31] и порошка какао-бобов [32] поглощают излучение при больших длинах волн и не оказывают мешающего влияния в используемом интервале длин волн 200–300 нм.

Правильность и повторяемость в пределах одного дня

Выполнены две серии экспериментов: приготовлено десять рабочих растворов с концентрациями компонентов смеси по 5 мг/л и десять растворов из таблеток, записаны их спектры поглощения, концентрации компонентов вычислены в соответствии с описанной процедурой. Для оценки правильности вычислены относительные погрешности Δc по формуле:

$$\Delta c = \frac{|\bar{c}_e - c|}{\bar{c}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где c – концентрация компонента смеси в растворе, мг/л,

Таблица 3. Проверка правильности и повторяемости метода

Объект проверки	Компонент смеси и его концентрация	Относительная погрешность, %	Относительное стандартное отклонение в пределах одного дня, %	Относительное стандартное отклонение в пределах нескольких дней, %
Рабочий раствор	Парацетамол, 5 мг/л	4,8	2,8	5,2
	Кофеин, 5 мг/л	4,1	3,6	4,3
	Ацетилсалициловая кислота, 5 мг/л	6,6	6,0	6,4
Раствор из таблеток	Парацетамол, 4,5 мг/л	6,2	4,4	6,0
	Кофеин, 0,75 мг/л	10,3	7,9	9,7
	Ацетилсалициловая кислота, 6 мг/л	5,8	6,7	7,2

\bar{c}_e – среднее значение экспериментально полученных значений концентрации компонента смеси в растворе из десяти параллельных определений, мг/л.

Для оценки повторяемости рассчитаны относительные стандартные отклонения S_r по формуле:

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n \cdot (n-1)}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где c_i – экспериментально определенное значение концентрации компонента смеси в растворе, мг/л,

\bar{c} – среднее значение экспериментально полученных значений концентрации компонента смеси в растворе из всех параллельных определений, мг/л,

n – число параллельных определений (табл. 3).

Повторяемость в пределах нескольких дней

Выполнены две серии экспериментов, в которых рабочий раствор с концентрациями компонентов смеси по 5 мг/л и раствор из таблеток готовили ежедневно

в течение пяти дней. Записаны спектры растворов, концентрации компонентов вычислены в соответствии с описанной процедурой, и определены относительные стандартные отклонения по формуле (8) (табл. 3).

Правильность и повторяемость для модельных смывных вод. Выполнены две серии экспериментов: приготовлено десять модельных смывов из рабочих растворов с концентрациями компонентов смеси по 5 мг/л и десять модельных смывов из растворов из таблеток. Записаны спектры растворов, концентрации компонентов вычислены в соответствии с описанной процедурой, и определены относительные погрешности по формуле (7) и относительные стандартные отклонения по формуле (8) (табл. 4).

Выводы

Результаты экспериментов показывают, что предложенный многоволновой спектрофотометрический метод пригоден для совместного определения парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты в смывных водах с промышленного оборудования. Метод быстрый и простой, не требует длительной пробоподготовки или сложного оборудования. Широко

Таблица 4. Проверка правильности и повторяемости при анализе модельных смывных вод

Объект проверки	Компонент смеси и его концентрация	Относительная погрешность, %	Относительное стандартное отклонение, %
Модельный смыв из рабочего раствора	Парацетамол, 5 мг/л	8,3	7,1
	Кофеин, 5 мг/л	6,1	7,7
	Ацетилсалициловая кислота, 5 мг/л	12,2	10,9
Модельный смыв из раствора из таблеток	Парацетамол, 4,5 мг/л	7,9	7,2
	Кофеин, 0,75 мг/л	13,6	10,5
	Ацетилсалициловая кислота, 6 мг/л	11,5	12,6

используемые вспомогательные вещества не оказывают мешающего воздействия. Относительная погрешность метода для анализа фармацевтических препаратов не превышает 7%, относительная погрешность для анализа модельных промышленных смывных вод не превышает 14%, что приемлемо для их анализа. Относительное стандартное отклонение не превышает 8% в пределах одного дня, 10% в пределах нескольких дней и 13% для анализа модельных смывов с промышленного оборудования. Градуировочные спектры сохраняют линейность в диапазоне концентраций от 2 до 10 мг/л парацетамола, кофеина и ацетилсалициловой кислоты. Перечисленные преимущества, а также аналитические и метрологические показатели дают основания для рекомендации метода для повседневного анализа компонентов смеси в смывных водах при промывке промышленного оборудования.

Литература / References

1. Гармонов С. Ю., Нурисламова Г. Р. Спектрофотометрическое, рефрактометрическое и поляриметрическое определение лекарственных веществ при контроле чистоты оборудования фармацевтического производства. *Вестник технологического университета*. 2021;24(11): 29–33.
Garmonov S. Yu., Nurislamova G. R. Spectrophotometric, refractometric and polarimetric determination of medicinal substances at the pharmaceutical production equipment purity control. *Herald of Technological University=Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*. 2021;24(11): 29–33.
2. Wawretschek C., Hrach J. Basis of Cleaning Validation: Setting of PDE Limits. *GMP Verlag*, 2021.
URL: <https://www.gmp-publishing.com/content/en/gmp-news/gmp-newsletter/gmp-logfile-lead-article/d/1549/gmp-logfile-36-basis-of-cleaning-validation-setting-pde-limits>.
3. Солодовников А. Г. и др. Особенности расчета допустимой ежедневной экспозиции контаминантов при производстве лекарственных препаратов на общих технологических линиях. *Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств*. 2022;12(3):300–309.
Solodovnikov A. G. et al. Considerations for permitted daily exposure calculation for contaminants in medicinal products manufactured in shared facilities. *Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products. Regulatory Research and Medicine Evaluation*. 2022;12(3):300–309.
4. Bila D. M., Dezotti M. Pharmaceutical drugs in the environment. *Química Nova*. 2003;26(4):523–530.
5. Diener H. C. et al. The fixed combination of acetylsalicylic acid, paracetamol and caffeine is more effective than single substances and dual combination for the treatment of headache: a multicentre, randomized, double-blind, single-dose, placebo-controlled parallel group study. *Cephalgia*. 2005;25(10):776–787.
6. Fiebich B. L. et al. Effects of caffeine and paracetamol alone or in combination with acetylsalicylic acid on prostaglandin E2 synthesis in rat microglial cells. *Neuropharmacology*. 2000;39(11):2205–2213.
7. Bach P. H. et al. A safety assessment of fixed combinations of acetaminophen and acetylsalicylic acid, coformulated with caffeine. *Renal Failure*. 1998;20(6):749–762.
8. Lee W. J. et al. Removal of pharmaceutical contaminants from aqueous medium: a state-of-the-art review based on paracetamol. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2020;45(9):7109–7135.
9. Li S. et al. Occurrence of caffeine in the freshwater environment: Implications for ecopharmacovigilance. *Environmental Pollution*. 2020;263:114371.
10. Siddeswaran S., Umamaheswari S., Ramesh M. Toxicity assessment of acetylsalicylic acid to a freshwater fish *Cyprinus carpio*: haematological, biochemical, enzymological and antioxidant responses / Gómez-Oliván L. M. Non-steroidal anti-inflammatory drugs in water: Emerging contaminants and ecological impact. *Berlin: Springer Cham*, 2020:191–215.
11. Franeta J. T. et al. HPLC assay of acetylsalicylic acid, paracetamol, caffeine and phenobarbital in tablets. *Il Farmaco*. 2002;57(9):709–713.
12. Alves J. C. L., Poppi R. J. Simultaneous determination of acetylsalicylic acid, paracetamol and caffeine using solid-phase molecular fluorescence and parallel factor analysis. *Analytica Chimica Acta*. 2009;642(1–2):212–216.
13. Pucci V. et al. Reversed phase capillary electrochromatography for the simultaneous determination of acetylsalicylic acid, paracetamol, and caffeine in analgesic tablets. *Electrophoresis*. 2004;25(4–5):615–621.
14. la Guardia M. et al. Simultaneous stopped-flow determination of paracetamol, acetylsalicylic acid and caffeine in pharmaceutical formulations by Fourier transform infrared spectrometry with partial least-squares data treatment. *Analyst*. 1996;121(12):1935–1938.
15. Yiğit A., Yardım Y., Şentürk Z. Voltammetric sensor based on boron-doped diamond electrode for simultaneous determination of paracetamol, caffeine, and aspirin in pharmaceutical formulations. *IEEE Sensors Journal*. 2015;16(6):1674–1680.
16. Franeta J. T. et al. Quantitative analysis of analgoantipyretics in dosage form using planar chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2001;24(5–6):1169–1173.
17. Sena M. M., Poppi R. J. N-way PLS applied to simultaneous spectrophotometric determination of acetylsalicylic acid, paracetamol and caffeine. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2004;34(1):27–34.
18. Nogowska M., Muszalska I., Zajac M. Simultaneous spectrophotometric determination of acetylsalicylic acid, paracetamol and caffeine in pharmaceutical preparations. *Chemia Analytyczna*. 1999;44(6):1041–1048.
19. Bouhsain Z., Garrigues S., de la Guardia M. PLS-UV spectrophotometric method for the simultaneous determination of paracetamol, acetylsalicylic acid and caffeine in pharmaceutical formulations. *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*. 1997;357(7):973–976.
20. Domínguez Vidal A. et al. UV spectrophotometric flow-through multiparameter sensor for the simultaneous determination of acetaminophen, acetylsalicylic acid, and caffeine. *Analytical Letters*. 2002;35(15):2433–2447.
21. Moç A. C. et al. Simultaneous spectrophotometric determination of aspirin, paracetamol, caffeine, and chlorphenamine from pharmaceutical formulations using multivariate regression methods. *Analytical Letters*. 2010;43(5):804–813.
22. Medina A. R., De Córdova M. L. F., Molina-Díaz A. Simultaneous determination of paracetamol, caffeine and acetylsalicylic acid by means of a FI ultraviolet pls multioposensing device. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 1999;21(5):983–992.
23. Shane N., Kowblansky M. Determination of acetylsalicylic acid, salicylamide, acetaminophen, and caffeine in tablets or powders by independent methods. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 1968;57(7):1218–1223.
24. Bautista R. D. et al. Simultaneous spectrophotometric determination of drugs in pharmaceutical preparations using multiple linear regression and partial least-squares regression, calibration and prediction methods. *Talanta*. 1996;43(12):2107–2115.
25. Dinç E., Özdemir A., Baleanu D. An application of derivative and continuous wavelet transforms to the overlapping ratio spectra for the quantitative multiresolution of a ternary mixture of paracetamol, acetylsalicylic acid and caffeine in tablets. *Talanta*. 2005;65(1):36–47.
26. Diwan A., Linford M. R. An introduction to classical least squares (CLS) and multivariate curve resolution (MCR) as applied to UV-VIS, FTIR, and ToF-SIMS. *Vacuum Technology & Coating*. December 2014. PP. 2–9.
27. Workman Jr J. Classical Least Squares, Part I: Mathematical Theory. *Spectroscopy*. 2010. URL: <https://www.spectroscopyonline.com/view/classical-least-squares-part-i-mathematical-theory>.

Россия

Уфа Республика
Башкортостан



РОССИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИЙ ФОРУМ

32-я международная выставка
ГАЗ. НЕФТЬ. ТЕХНОЛОГИИ
21-24 мая 2024 года

www.gntexpo.ru

+7 (347) 246-41-77 gasoil@bvkexpo.ru

[gazneftufa](https://t.me/gazneftufa) [gntexpo2024](https://vk.com/gntexpo2024)



ОРГАНИЗАТОРЫ



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РЕСПУБЛИКИ
БАШКОРТОСТАН

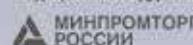


МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
ЭНЕРГЕТИКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

ТРАДИЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ РФ

ТРАДИЦИОННОЕ СОДЕЙСТВИЕ



СОЮЗ
НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННИКОВ
РОССИИ



АССОЦИАЦИЯ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ



СОЮЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
НЕФТЕГАЗОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

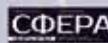


ТЕРРИТОРИЯ
НЕФТЕГАЗ

ЭКСПОЗИЦИЯ
НЕФТЬ ГАЗ



ЭНЕРГОИННОВАЦИЯ



РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



НОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ГАЗОВОЙ
ОТРАСЛИ

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР



Media02

28. Государственная фармакопея Российской Федерации. XII издание. Ч. I. М.: Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации, 2007. URL: <http://pharmascopeia.ru/wp-content/uploads/2020/03/Gosudarstvennaya-farmakopeya-12-chast-1.pdf>.
29. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание. В 5 т. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2018. URL: <https://femb.ru/record/pharmacopea14>.
30. Sandell E. B. *Colorimetric Determination of Traces of Metals*. New York: Interscience Publishers, 1944.
31. Chasempour A., Najafi N. M., Amiri A. A. Determination of citric acid in fermentation media by pyrolysis mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2003;70(2):251–261.
32. Englis D. T., Miles J. W. Spectrophotometric determination of theobromine and caffeine in cocoa powders. *Analytical Chemistry*. 1954;26(7):1214–1218.

Статья поступила в редакцию 01.12.2023

Принята к публикации 14.01.2024

Авторы / Authors

Николайчук Павел Анатольевич, доктор естественных наук (Германия), ведущий химик химико-аналитической лаборатории отдела контроля качества ООО «Велфарм», Курган. Область научных интересов: аналитическая и физическая химия. Nikolaychuk Pavel Anatolyevich, Dr. rer. nat, leading chemist of the laboratory of chemical analysis, quality assurance department of LLC Velpharm, Kurgan. Research interests: analytical and physical chemistry. pra@csu.ru. ORCID 0000-0003-0335-3955

Конфликт интересов / Conflict Of Interest

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. The authors declare that there is no conflict of interest.

ТРИ СТОЛЕТИЯ СЛУЖЕНИЯ НАУКЕ. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ОТМЕТИЛА ЮБИЛЕЙ

8 февраля Российская академия наук отметила 300-летие со дня основания. Дата отсчитывается от 28 января (8 февраля) 1724 года, когда был издан именным Указом, объявленным из Сената, «Об учреждении Академии и о назначении для содержания оной доходов таможенных и лицензных, собираемых с городов Нарвы, Дерпта, Пернова и Аренсбурга». К Указу прилагался Проект Петра I «Положения об учреждении Академии наук и художеств», которая бы состояла из «самолучших ученых людей». Крупнейшее учреждение, созданное по инициативе императора Петра I, заложило основы всей системы научной деятельности нашего государства. Россия взяла курс на науку и образование. Стали открываться обсерватории, музеи, исследовательские лаборатории и университеты. На протяжении 300 лет Академия меняла свои названия, реформировалась, но всегда имела статус высшего государственного научного учреждения России.

Общероссийская программа юбилейных торжеств включает мероприятия по популяризации науки и научных достижений, фестивали, выставки, конкурсы для молодых ученых, конференции, конгрессы, лекции, дни открытых дверей в научных организациях. К юбилейной дате учрежден памятный знак «300 лет Российской академии наук», выпущены монеты из драгоценных металлов.

В Государственном Кремлевском дворце состоялся торжественный вечер, в ходе которого Президент Российской Федерации В. В. Путин вручил выдающимся ученым государственные награды и премии Президента в области науки и инноваций для молодых ученых за 2023 год.

В своем выступлении Президент подчеркнул, что многолетний труд отечественных ученых позволил России стать одной из величайших научных держав мира, призвал бережно относиться к академическому наследию и правильно воспитывать подрастающее поколение.

В. В. Путин перечислил важнейшие преобразования в деятельности Российской академии наук, которые планируются в ближайшее время.

В первую очередь РАН должна активно участвовать в принятии ключевых государственных решений – именно с этой целью ее глава был включен в Совет безопасности РФ. Академия наук будет проводить экспертизу важных научно-технологических проектов страны, а также школьных и вузовских учебников. В. В. Путин отметил, что Российской академии наук будет отведена ведущая роль в исследовательских программах по ключевым направлениям, таким как космос, микроэлектроника, квантовые и биотехнологии, генетика. Помимо этого, на РАН возлагается ответственность за деятельность Высшей аттестационной комиссии и диссертационных советов.

Президент добавил, что для реализации общих целей Академии должны сплоченно работать все региональные отделения и центры РАН. Также необходимо укрепить позиции Академии наук в проведении фундаментальных исследований. В состав РАН должны войти Российский центр научной информации и издательство «Наука», основанное в 1727 году.

Глава Российской академии наук академик Г. Я. Красников выступил с поздравлением в связи с 300-летием РАН: «Российская академия наук всегда была вместе с государством и делала все возможное, чтобы находить достойные ответы на вызовы, которые стояли перед нашей страной». Г. А. Красников рассказал о традициях, которые сберегла Академия, а также подчеркнул важность участия молодых исследователей в решении задач, связанных с достижением научно-технологического суверенитета.

В Санкт-Петербурге в честь 300-летия Российской академии наук пройдут Всемирный научно-образовательный форум «Наука – обществу и миру» (июль 2024) и XVII Международный петровский конгресс (31 мая – 1 июня 2024), состоятся награждения лауреатов премий Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся научные результаты в области науки и техники.

Источник: <https://scientificrussia.ru/>

190 лет со дня рождения Д. И. Менделеева (1834–1907)

Дмитрий Иванович Менделеев – гениальный русский химик и ученый, обладатель энциклопедических знаний по химии, физике, географии, экономике; плодотворный исследователь в области гидродинамики, метрологии и метеорологии, геологии, других смежных с химией и физикой дисциплинах; глубокий знаток химической промышленности в дореволюционной России.

Д. И. Менделеев получил отличное образование: учился в Тобольской классической гимназии, затем поступил и с золотой медалью окончил в 1855 году отделение естественных наук физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета. Главным местом работы в 1857–1890 годах стал родной университет, где он преподавал химические дисциплины.

Приступив к чтению курса неорганической химии в Петербургском университете, Д. И. Менделеев начал писать учебник «Основы химии». В ходе работы над ним в феврале 1869 года Дмитрий Иванович открыл один из фундаментальных законов природы, систематизировав 63 известных тогда химических элемента в таблицу, которая сегодня (дополненная до 118 элементов) есть в каждом кабинете химии любой страны мира. Впервые

таблица опубликована 26–27 марта 1869 года в первом издании учебника, а уже 17 апреля – в международной печати, став достоянием мировой науки.

Вклад ученого в науку не ограничивается этим открытием. Д. И. Менделеев написал 432 фундаментальные работы, которые посвящены химии, физической химии, физике, технике и промышленности, экономике и общественным вопросам, географии, сельскому хозяйству, воспитанию, другим темам.

Забывая о развитии отечественной промышленности, Менделеев не мог обойти проблемы охраны природы. Его перу принадлежат статья «О происхождении и уничтожении дыма», в которой указывает на большой вред, который наносят неочищенные отработанные газы, особенно содержащие серу. А в статье «Вода сточная» он подробно рассматривает меры по очистке сточных вод промышленных предприятий. В 1863 году Д. И. Менделеев предложил идею использования трубопровода при перекачке нефти и нефтепродуктов, объяснил принципы строительства трубопровода и представил убедительные аргументы в пользу этого вида транспорта.

В 1870–1880 годах Д. И. Менделеев продолжая активно заниматься научной деятельностью, уделял особое внимание нефтяной, угольной, металлургической, химической отраслям промышленности. В 1899 году он возглавил Уральскую экспедицию – масштабное научно-исследовательское и инспекционное мероприятие.

Дмитрий Иванович Менделеев в 1878–1888 годах принял деятельное участие в разработке проекта создания и строительства первого в азиатской части России Сибирского университета в Томске.

В честь признания великого научного открытия и 150-летнего юбилея Генеральная ассамблея ООН объявляла 2019 год Международным годом Периодической системы химических элементов. Тогда же была учреждена Международная премия ЮНЕСКО – России имени Д. И. Менделеева за достижения в области фундаментальных наук в целях содействия научному прогрессу, популяризации естественных наук и развития международного сотрудничества. В России премия имени Менделеева вручается с 1934 года «за выдающиеся заслуги в области химии и химической технологии».

Источник: <https://rgotomsk.com/>

XXXIII собрание Ассоциации аналитических центров «Аналитика»

С 22 по 26 апреля 2024 года в подмосковном пансионате «Клязьма» состоится ежегодное собрание Ассоциации аналитических центров «Аналитика».

Запланированная деловая программа традиционно включает много разных мероприятий. Среди них секция «Аккредитация в ААЦ „Аналитика“», отраслевые секции «Геологический клуб», «Неразрушающий контроль, механические испытания, металлография», «Аналитический контроль в черной металлургии», «Золотой клуб», межотраслевые секции «Метрологическое обеспечение аналитического контроля», «Окружающая среда и пищевая продукция», круглый стол «Инфраструктура, приборы, импортозамещение,

российские приборы и производители». В заключение деловой программы пройдет дискуссия «Текущие проблемы в деятельности аналитических служб и испытательных лабораторий предприятий».

Кроме деловой программы, пройдет награждение лучшей лаборатории года премией «Серебряный моль». В рамках собрания состоится награждение почетным знаком «За заслуги в аналитическом контроле» и почетными грамотами тех, кто своими профессиональными достижениями внес особый вклад в аналитический контроль нашей страны.

<https://aac-analitica.ru>