

**МЕТОДИКА СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ  
МИКРОКОЛИЧЕСТВА НЕИЗВЕСТНОГО НАРКОТИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА В СМЕСИ С ПОМОЩЬЮ ГХ-МС И ИК-  
СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ**

**Абдуллаева М.У.<sup>1</sup>, Халилова Н.Ш.<sup>2</sup>, Сидаметова З.Э.<sup>1</sup>,**

**Олимов Н.К.<sup>1</sup> Исматуллаева М.А.<sup>1</sup>, Шерматова И.Б.<sup>1</sup>**

*1. Ташкентский фармацевтический институт, г. Ташкент,*

*e-mail: [abdullayeva19530101@gmail.com](mailto:abdullayeva19530101@gmail.com)*

*2. Республиканский центр судебной экспертизы имени Х.Сулаймановой,  
г. Ташкент,*

*e-mail: [halilova79@inbox.ru](mailto:halilova79@inbox.ru)*

**Аннотация:** *В работе приводится методика судебно-экспертного исследования микроколичества наркотического средства марихуаны в многокомпонентной смеси при помощи хромато-масс-спектрометрического анализа и ИК-спектрофотометрии*

*Установлены: время удерживания, молекулярные и осколочные ионы, их интенсивность, индивидуальность фрагментации каждого компонента, а также значения характеристических полос пропускания функциональных групп, характерных для исследованных компонентов. Эти параметры рекомендуется использовать для обнаружения контролируемых веществ в составе сложных смесей, а также установления родовой и групповой принадлежности и их общего источника происхождения.*

*Доказано, что данные методы обладают высокой чувствительностью, быстротой и простотой использования.*

**Ключевые слова:** *контролируемые вещества, наркотические средства, тетрагидроканнабинол, каннабидиол, каннабиэлсоин, лактоза, насыщенные,*

*ненасыщенные жирные кислоты, хромато-масс-спектрометрия, ИК-спектрофотометрия.*

**Введение.** При расследовании и судебном рассмотрении уголовных дел, связанных с незаконным оборотом наркотических средств все большее доказательственное значение приобретают микрообъекты, обнаруживаемые на месте преступления, а также на предметах, связанных с событием преступления и его участниками.

Судебно-химическое исследование микроколичеств наркотических средств имеет ряд отличительных особенностей, связанных с совершенствованием используемых методик, что обусловлено малым объемом веществ, многочисленностью их форм, разнообразием примесей, добавок, спецификой связей микроколичеств веществ с примесями, добавками и др. Микроколичества наркотических средств часто используются в следственной, судебной и экспертной практике в качестве источника информации об обстоятельствах уголовного дела, так как информация о природе наркотического средства, месте обнаружения микрообъекта, виде предмета - носителя представляет ценность для решения многих вопросов. Она позволяет определить место нахождения и способ изготовления наркотических средств, а также источник их приобретения и сбыта [1, 2].

В экспертной практике в роли объектов исследования часто выступают наркотические средства, которые крайне редко являются индивидуальными соединениями. При этом наибольшие сложности возникают при исследовании веществ, представляющих собой многокомпонентные системы и смеси, содержащие большое количество примесных и балластных веществ, а также низкие концентрации активных веществ. Трудности, возникающие при исследовании таких объектов, обусловлены следующими причинами:

-сложностью разделения многокомпонентных систем и очистки от балластных веществ и примесей;

-сложностью концентрирования разбавленных растворов.

Все это затрудняет идентификацию вещества и послужило основанием разработки методики по исследованию микроколичеств наркотических средств.

Тенденция развития судебной экспертизы показывает, что в ней находит применение все большее количество методов исследования из различных областей науки и техники, всё более совершенствуются техническая вооруженность экспертных учреждений и методика исследований при производстве экспертиз.

В области судебно-химического исследования микрообъекта наркотических средств залогом получения новой информации является применение более адекватных и точных методов и методик исследования. Несмотря на то, что газохроматографический анализ является самым распространенным методом анализа наркотических средств, в последнее время в мировой практике судебно-химической и медицинской экспертизы все большее применение находит метод хромато-масс-спектрометрии. Использование метода ГХ-МС является наиболее оптимальным при исследовании наркотических средств, так как метод является информативным, позволяющим получать как хроматографические параметры, такие как время удерживания, молекулярную массу основного действующего вещества, так и его осколочные ионы после распада молекулы [3, 4].

В судебно-экспертной практике для идентификации органических веществ также используется метод ИК-спектрофотометрии. Используя этот метод анализа, можно идентифицировать органические вещества в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердое вещество). ИК-спектрофотометрия определяет инерцию вещества в молекуле в единицу времени. Знание массы атомов вещества позволяет определить расстояние между атомами и углы их взаимодействия [5].

Для определения ИК-спектра неизвестного вещества используются ИК-спектрометры. На основании результатов полученного спектра определяются типы колебаний и связей функциональных групп молекулы вещества, а также структура вещества [6, 7].

В связи с тем, что поступающие на судебно-химическое исследование объекты существуют в чрезвычайно многообразных формах (сыпучие, вязкие, жидкие, спрессованные, смолообразные, гранулированные и др.), очень сложно обозначить количественные критерии микрообъекта. Из экспертной практики нами было отмечено, что соответствие каким-либо определенным требованиям поступающих на экспертное исследование объектов по размеру отдельных частиц, массе, или объему не всегда соблюдается и не всегда возможно, так как зачастую, на исследование поступают вещественные доказательства с едва, заметными при визуальном осмотре следами их присутствия в различных смесях. А иногда, присутствие наркотических средств только предполагается следователем в рамках обстоятельств дела. Так, микроколичества наркотических средств часто присутствуют в составе сложных смесей порошков или жидкостей в виде примеси.

Экспериментально установлено, что минимальной навеской, наркотического средства, позволяющего провести исследование, в виде твердого образца является количество - 1 мг, в виде жидкости - 1 мл. Однако, в случае исследования малых количеств данных веществ в различных смесях (смывах с рук, подногтевых содержимых, в жидкостях, шприцах, иглах и т.д.) данные определения количества не применимы.

При исследовании микроколичеств наркотических средств в составе различных многокомпонентных смесей, перед экспертом ставятся вопросы, касающиеся:

- установления природы объектов и отнесение их к наркотическим средствам;

- установления общей групповой принадлежности по признакам единого источника происхождения и др.

Одним из самых распространенных наркотических средств является марихуана. Марихуана, изымаемая из незаконного оборота, представляет собой, как правило, многокомпонентную смесь, содержащую кроме самого тетрагидроканнабинола, сопутствующих каннабиноидов и растительных компонентов, различные добавки, как фармакологически активные, так и нейтральные. В последние годы участились случаи поступления марихуаны с нейтральными добавками – различными углеводами, такими как, мальтоза, сахароза, лактоза, глюкоза и др.

**Целью данных исследований** является изучение возможности использования методов хромато-масс-спектрометрии и ИК-спектрофотометрии для определения природы микроколичеств неизвестного наркотического вещества в составе многокомпонентной смеси, содержащей кроме самого действующего основного компонента различные добавки.

Так, в лабораторию криминалистического исследования материалов, веществ и изделий Республиканского центра судебной экспертизы им. Х. Сулаймановой из судебно-следственных органов поступили вещественные доказательства, изъятые с места обнаружения пострадавшего гр. В. Андреева. Вместе с другими вещественными доказательствами на исследование поступили два флакона, ёмкостью 100 мл с жидкостью светло-коричневого цвета. Объем жидкости в каждом флаконе по ~ 12 мл.

Перед экспертами поставлен вопрос: Относится ли жидкость, представленная на исследование в двух флаконах, к наркотическим, если да, к какому виду относится.

Первоначальным этапом при исследовании поступившего на экспертизу объекта – жидкости является экстракция возможно присутствующих наркотических веществ. Для этого из каждого флакона

отбирают по 10,0 мл. жидкости, добавляют 20 мл органического растворителя (толуол), в течении 20 минут экстрагируют в ультразвуковой бане, затем центрифугируют 10 минут со скоростью 5000 об/мин. Слой толуола сливают, упаривают до 1 мл и используют для дальнейшего анализа.

**Материалы и методы исследования.** Далее проводили хромато-масс-спектрометрическое исследование на хромато-масс-спектрометре фирмы АТ 5973 методом Drug SP-SHORTSPLITLESS-100H2.M (колонка капиллярная HP5MS, длиной 30 м, диаметр 0,25 мм, с 5 %-ным фенилметилсилоксаном, масс-селективный детектор) при следующих условиях анализа: энергия ионизирующих электронов 70 эВ, температура инжектора 280°C, температура печи от 150° до 280°C при программированном режиме со скоростью подъёма температуры 15°C в мин, величина пробы 1 мкл, давление паров исследуемого вещества 10 мм рт. ст., время анализа – 20 мин, газ-носитель-водород, скорость потока – 2,1 мл/мин, в режиме с делением потока 10:1.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ полученных хроматограмм и масс-спектров свидетельствует о том, что масс-спектры исследованных смывов характеризуются наличием устойчивых фрагментов, характеристических ионов, образующихся по общим путям фрагментации молекулярных ионов. Ниже представлены их хроматограмма и масс-спектры (рис. 1, 2, 3). Хроматограмма и масс-спектры жидкости из двух флаконов идентифицированы с помощью библиотеки базы данных прибора.

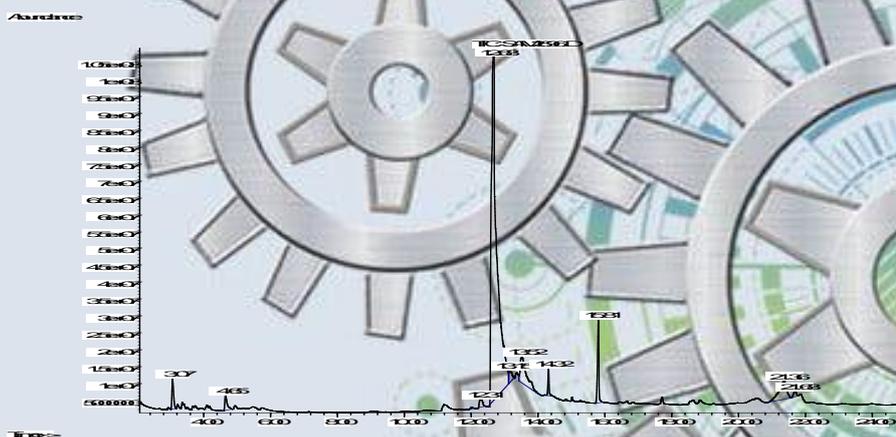


Рис.1. Типичная хроматограмма жидкости из двух флаконов, представленных на исследование

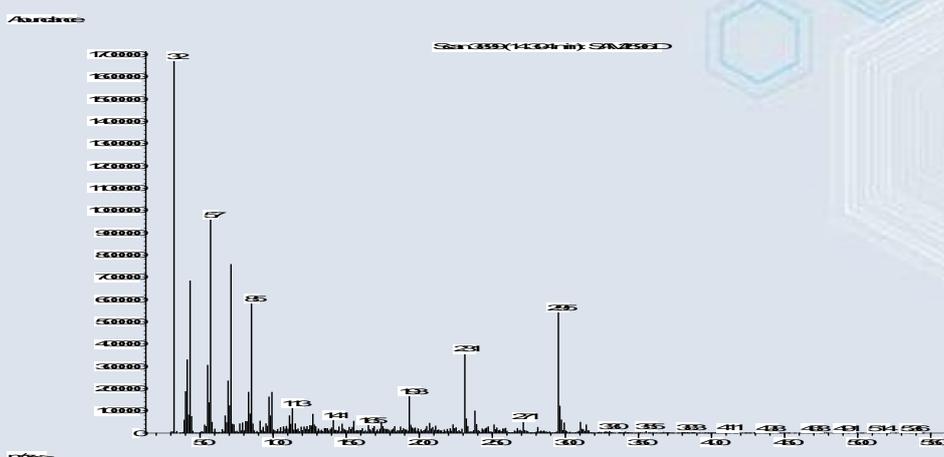
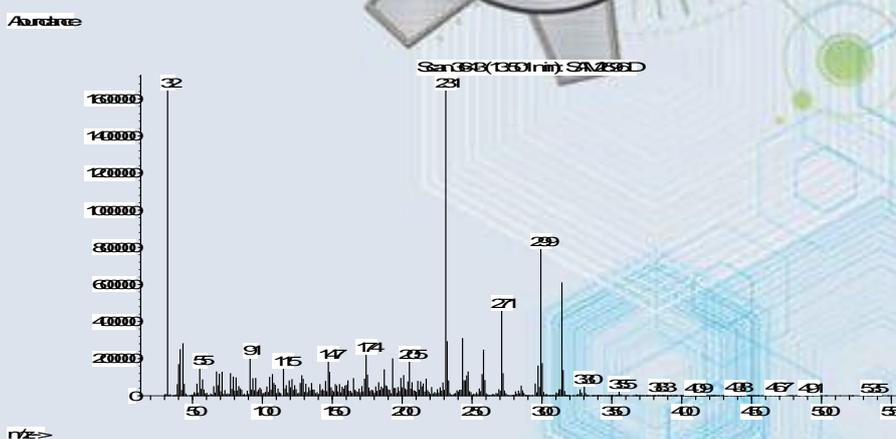
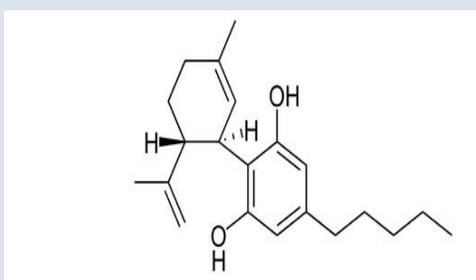


Рис. 2. 3. Типичные масс-спектры жидкости из двух флаконов, представленных на исследование

При этом установлено, что основной пик, со временем удерживания 12.68 мин., молекулярным ионом  $M^+314$  и осколочными ионами  $m/z$  231, 246, 193, 174, 121 соответствует каннабидиолу (КБД), пик со временем удерживания 13.52 мин., молекулярным ионом  $M^+314$  и осколочными ионами  $m/z$  299, 231, 271, 246, 193, 174 соответствует тетрагидроканнабинолу (ТГК) и пик со временем удерживания 14.32 мин., молекулярным ионом  $M^+330$  и осколочными ионами  $m/z$  312, 287, 247, 205, 147 соответствует каннабиэлсоину (КБЭ). Также на хроматограмме обнаружены пики, характерные для насыщенных и ненасыщенных жирных (пальмитиновой, олеиновой) кислот.

### Каннабидиол



Химическое название:

2-[(1*R*,6*R*)-3-метил-6-(проп-1-ен-2-

ил)циклогекс-2-ен-1-ил]-5-пентилбензен

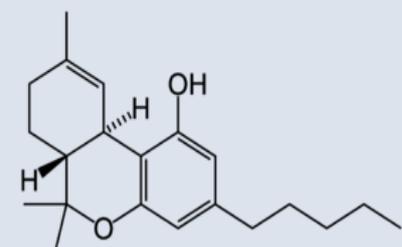
-1,3-диол

Химическая формула:  $C_{21}H_{30}O_2$

Молярная масса: 314.46 г/моль

Результаты анализа жидкости из двух флаконов методом хромато-масс-спектрометрии: пик со временем удерживания 12.68 мин, молекулярным ион ( $M.m. = 314.46$  г/моль), распадом молекулы на осколочные ионы с  $m/z$  231, 246, 193, 174, 121 полностью подтверждают химическую структуру молекулы и соответствует каннабидиолу.

### Тетрагидроканнабинол



Химическое название:

(-)-(6*aR*,10*aR*)-6,6,9-триметил-3-пентил-

6*a*,7,8,10*a*-тетрагидро-6*H*-бензо[с]хром-

1-ол

Химическая формула:  $C_{21}H_{30}O_2$ 

Молярная масса: 314.46 г/моль

Пик со временем удерживания 13.52 мин, с молекулярным ионом (М.м. =314.46 г/моль), распадом молекулы на осколочные ионы с  $m/z$  299, 231, 271, 246, 193, 174 полностью подтверждают химическую структуру молекулы и соответствует тетрагидроканнабинолу.

**Каннабиэлсоины (КБЭ):** это вещества, которые редко встречаются в натуральных источниках и могут синтезироваться путем фотоокисления из КБД типа, эти каннабиноиды все в (5aS, 6S, 9R, 9aR) конфигурации и включают каннабиэлсовую кислоту А (СВЕА-С5 А), каннабиэлсовую кислоту В (СВЕА-С5 В и СВЕА-С3 В) и каннабиэлсоин (СВЕ-С3 и СВЕ-С5).

Далее остаток жидкости из двух флаконов упаривали досуха и проводили ИК-спектральный анализ на ИК-спектрометре фирмы Agilent Technology FTIR-640 при следующих условиях анализа: диапазон регистрации  $4000-400\text{ см}^{-1}$ , количество сканов -12. Идентификация ИК-спектров проводилась на основе сравнения полученных ИК-спектров со стандартными спектрами из базы данных библиотек ИК-спектров, имеющихся в приборе.

При этом на ИК-спектрах жидкости были получены одинаковые ИК-спектры с характеристическими полосами пропускания в областях  $3258, 2895, 1424, 1335, 1257, 1063, 1027, 879, 755, 601\text{ см}^{-1}$ , обусловленные валентными и деформационными колебаниями свободных и связанных гидроксильных (-ОН), метильных (-CH<sub>2</sub>-), карбонильных (-СО) групп. Выявленные по характеристическим полосам пропускания функциональные группы характерны для структуры лактозы, что также совпадает с данными, имеющимися в библиотечной базе данных прибора.

Результат анализа полученного ИК-спектра свидетельствует о том, что ИК-спектр исследуемой жидкости характеризуется наличием

характеристических полос пропускания функциональных групп, характерных для структуры лактозы. Полученные результаты также подтверждаются при сравнении их с данными, имеющимися в библиотечной базе данных прибора (см. рис. 4.). Лактоза является основным компонентом молока.

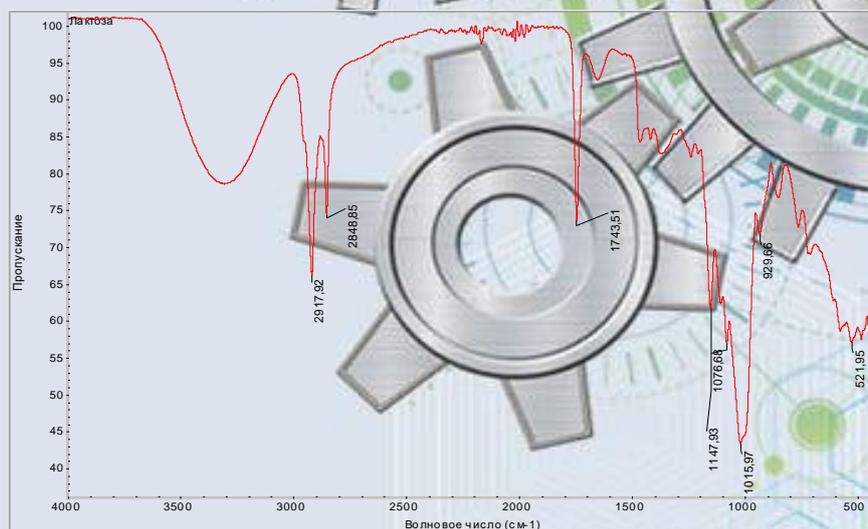


Рис. 4. ИК-спектр сухого остатка исследуемой жидкости из флаконов

Так, комплексное применение методов хромато-масс-спектрометрии и ИК-спектрофотометрии показало: наличие в исследуемой жидкости из флаконов каннабидиола, тетрагидроканнабинола и каннабилэлсоина, которые являются компонентами наркотического средства – марихуаны. Марихуана (каннабис), содержащая в своем составе тетрагидроканнабинол, обуславливающий её наркотические свойства, согласно Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан № 878 от 27 октября 2018 года “О внесении изменений в постановление Кабинета Министров от 12 ноября 2015г. №330 «О совершенствовании порядка ввоза, вывоза и транзита через территорию Республики Узбекистан наркотических средств, психотропных веществ и прекурсоров, а также контроля за их оборотом», включена в список наркотических средств, оборот которых на территории Республики Узбекистан запрещен (Список 1, 59-позиция) [8].

Установлено также наличие в исследуемой жидкости лактозы, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, которые являются компонентами молока.

**Выводы:** В результате проведенных исследований методами хромато-масс-спектрометрии и ИК-спектрофотометрии разработана комплексная методика судебно-химического исследования микроколичеств марихуаны в составе многокомпонентной смеси, которой является молоко.

Установлены: время удерживания, молекулярные и осколочные ионы, их интенсивность, индивидуальность фрагментации каждого компонента а также получен ИК-спектр с характеристическими полосами пропускания функциональных групп, характерных для структуры лактозы и насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Эти параметры рекомендуется использовать для обнаружения контролируемых веществ в составе сложных матриц, а также установления родовой и групповой принадлежности и их общего источника происхождения.

Доказано, что данные методы обладают высокой чувствительностью, быстротой и простотой использования.

Использование данных методов позволяет быстро и с высокой точностью идентифицировать контролируемые вещества в составе многокомпонентных микрообъектов без дополнительной пробоподготовки и исключаяющие потерю микроколичества вещества.

### ***Литература:***

1. *Исламов Т.Х., Баканова Л.П. Расширение возможностей исследования микрообъектов при расследовании и раскрытии преступлений, Академия МВД РУз,, Ташкент, 2002, 8 с.;*

2. *Исламов Т.Х., Баканова Л.П. Особенности криминалистической экспертизы микроколичества наркотических и лекарственных средств, Академия МВД РУз, Ташкент, 2003, 9 с.*

3. *Абдуллаева М.У., Исламов Т.Х., Халиков Т.Х., Ахмедова Р.К., Захарова Л.В. и др. Комплексное криминалистическое исследование наркотических средств на основе конопли, мака опийного и героина современными инструментальными методами. Методическое пособие для экспертов. РЦСЭ Ташкент, 2006.*

4. *Абдуллаева М.У., Усманиева З.У., Халилова Н.Ш., Кораблева Н.В., Боисхужаева А.А. Разработка методики исследования тропикамида с помощью метода*

*хромато-масс-спектрометрии. Материалы международной конференции медицинского института Республики Таджикистан, -Душанбе, -2019, -С. 17-18;*

5. *Халилова Н.Ш., Боисхужаева А.А., Абдуллаева М.У., Таишулатов А.Ю., Усманиева З.У. Методика экспертного исследования малых количеств прегабалина с помощью метода ИК-спектрофотометрии. Современная наука: проблемы, идеи, тенденции. Материалы международной научно-практической конференции 23 июня 2020 г., г.Нефтекамск, Башкортостан, С. 506-513;*

6. *K.Pfleger, H.Mauere, A.Weber. Mass Spektral and GS Data of Drugs.Part 2, 3. New York. 1992.*

7. *Clarke's isolation and identification of drugs. London, V 1-2., 2016.*

8. *Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 878 от 27 октября 2018 года О внесении изменений в постановление Кабинета Министров от 12 ноября 2015 года. №330 «О совершенствовании порядка ввоза, вывоза и транзита через территорию Республики*

*Узбекистан наркотических средств, психотропных веществ и прекурсоров,  
а также контроля за их оборотом».*