

Камышников В.С., Шилейко И.Д., Алехнович Л.И.  
Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

Kamyshnikov V., Shileiko I., Alekhnovich L.  
Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

## Технологии «сухой» химии и их использование для осуществления экспресс-анализа в месте пребывания пациента (обзор современных сведений)

Technologies of "Dry" Chemistry and their Use  
for Implementation of Express Analysis at the Patient's Place  
of Stay (Review of Modern Information)

---

### Резюме

В статье представлено описание методологии и технологии лабораторного исследования с использованием методов «сухой» химии, которые реализуются с применением тест-полосок первого и второго поколения. Изложены современные сведения о конструкции тест-систем разных поколений и об отличительных особенностях совершаемых в них химико-аналитических процессов. Дано представление об оборудовании, используемом для объективной регистрации результатов аналитического исследования. Приведена последовательность его выполнения, обращено внимание на факторы, способные исказить результаты исследования. Охарактеризованы области возможного применения тест-систем для диагностики различных соматических заболеваний. Дано представление о лабораторно-диагностических панелях как сочетаниях показателей лабораторных тестов, традиционно используемых для лабораторной диагностики заболеваний отдельных жизненно важных органов и различных форм инфекционной патологии. Совокупность разных панелей, создаваемых в тест-полосках второго поколения, реализующих иммунохроматографический анализ, составляет своеобразную лабораторию «в кармане», которая может быть использована врачом общей практики непосредственно в месте нахождения пациента.

**Ключевые слова:** «сухая» химия, тест-полоски, иммунохроматографический анализ, анализаторы тест-полосок, технологии исследования, диагностические панели, диагностика заболеваний, COVID-19, лаборатория «в кармане».

---

### Abstract

The article describes the methodology and technology of laboratory research using the methods of "dry" chemistry that are implemented using test strips of the first and second generation. The modern information about the design of test systems of different generations and the distinctive features of the chemical-analytical processes performed in them is presented. An idea of the equipment used for objective registration of the results of analytical research is given. The sequence

of its implementation is given; attention is paid to the factors that can distort the results of the study. The areas of possible application of test systems for diagnostics of various somatic diseases are characterized. An idea is given about the laboratory diagnostic panels as combinations of indicators of laboratory tests traditionally used for laboratory diagnostics of diseases of the vital organs and various forms of infectious pathology. The set of different panels created in the second generation test strips that implement the immunochromatographic analysis makes a kind of "laboratory in a pocket" that can be used by a general practitioner directly at the patient's location.

**Keywords:** "dry" chemistry, test strips, immunochromatographic analysis, test strip analyzers, research technology, diagnostic panels, diagnostics of diseases, COVID-19, laboratory in a pocket.

В практической медицине развитых стран мира с каждым годом более широко реализуется концепция выполнения лабораторных исследований по месту оказания медицинской помощи – point of care testing (ПОСТ), прежде всего, для диагностики неотложных состояний. Осуществление неотложного анализа вне условий стационарной лаборатории основывается на использовании современных методов экспресс-диагностики, выполняемых с помощью тест-полосок, так называемых экспресс-тестов (рис. 1). В их основе лежат высокочувствительные и специфичные методы «сухой» химии, позволяющие в короткий промежуток времени, исчисляемый минутами, получить результат анализа.

Диагностическая тест-полоска представляет собой изделие для диагностики *in vitro*, предназначенное для одноразового применения, состоящее из реакционной зоны, содержащей в твердой фазе импрегнированный в волокна альфа-целлюлозы или другого носителя высушенный комплекс химических реагентов в необходимых количествах, предусмотренных методикой исследования, отражательной части и подложки. Тест-полоска может содержать одну или несколько реакционных зон, расположенных на единой подложке. Для защиты от возможных повреждений или загрязнений реакционные зоны тест-полосок могут покрываться специальной полимерной сеткой, обеспечивающей быстрое и равномерное проникновение биологической жидкости и равномерное развитие окраски реакционной зоны [1].

Распознавание аналита в тест-полосках осуществляется с помощью:

- индикатора (прямая конъюгация, образование пар ионов, гидрофобное связывание);



**Рис. 1. Визуальные диагностические тест-полоски**

Fig. 1. Visual diagnostic test strips



**Рис. 2. Экспресс-анализатор мочи**

Fig. 2. Express urine analyzer

- каталитической реакции (ферментативное расщепление субстрата, детекция фермента, продуктов каталитической реакции, обнаружение активатора или ингибитора реакции);
- ассоциации с белком либо селективной мембраной, антителом, макромолекулой, нуклеиновой кислотой, лектином.

В зависимости от конструкции изделия оценка результата исследования может быть произведена и зарегистрирована:

- визуально, путем субъективного сравнения оператором с прилагаемой к изделию цветной шкалой;
- оптическим способом;
- электрохимическим методом.

Для количественного определения аналита применяются портативные приборы – анализаторы «сухой» химии (рис. 2), которые обеспечивают автономное выполнение полного цикла аналитического исследования.

Говоря об аналитических характеристиках диагностических тест-полосок следует отметить, что их чувствительность сопоставима с чувствительностью методик, применяемых в стационарных лабораториях, а достаточно высокая специфичность позволяет надежно распознавать искомый аналит, причем без предварительной обработки пробы биологической жидкости [1].

Существенным преимуществом тест-полосок являются простота использования, низкая стоимость, портативность, высокая производительность, возможность применения для экстренной диагностики или для получения предварительного результата при лабораторном исследовании. При работе с большинством экспресс-тестов не требуется специальных навыков, что делает их незаменимыми для использования во внелабораторных, в том числе домашних, условиях и допускает возможность их применения немедиками [2].

В Республике Беларусь впервые такой подход был реализован в 1977 г. в клинично-биохимической лаборатории областной больницы г. Могилева, на базе которой в последующем был создан Республиканский центр по диагностике наследственных заболеваний обмена веществ у детей. В этом центре была разработана и внедрена в практику здравоохранения система широкомасштабной диагностики фенилкетонурии среди новорожденных. Технология исследования сводилась к тому, что на полоски фильтровальной (хроматографической) бумаги капельно наносилась проба мочи, после чего сухие пятна биологической жидкости подвергались исследованию с применением специальных методов анализа. Разработанная программа селективной диагностики наследственных дефектов обмена веществ и методика по исследованию проб крови и мочи, высушенных на бумаге, позволили выявлять более 150 наследственных метаболических дефектов. Основные достижения этого центра экспонировались в 1981 г. на ВДНХ и получили высокую оценку.

Если на первых порах сухие пятна биологической жидкости исследовались специальными методами «жидкой» химии, то в последующем технология исследования стала совершенно иной – допускающей возможность получения результата на основе регистрации тех изменений, которые происходят в самой тест-полоске. Это стало возможным бла-

годаря внесению в индикаторную зону тест-полоски специального сухого реагента, меняющего свою окраску в присутствии аналита в ходе химической или ферментативной реакции (тест-полоски первого поколения). Такой принцип реализован в тест-полосках, широко используемых для исследования состава и свойств мочи. В основе метода лежит цветная реакция, приводящая к образованию окрашенного соединения в тестовой зоне, интенсивность окраски которого пропорциональна концентрации аналита.

В настоящее время для анализа мочи применяют полифункциональные тест-системы, содержащие до 10 и более аналитических зон для определения классических параметров (относительная плотность, pH, белок, глюкоза, кетоновые тела, билирубин, уробилиноген, эритроциты/гемоглобин, нитриты, лейкоциты и др.). Данные тест-полоски позволяют не только визуально определять наличие/отсутствие аналита, но и проводить полуколичественную оценку ряда показателей [2].

В целях более точного количественного определения содержания компонентов мочи используют специальные анализаторы, работа которых основана на принципе отражательной фотометрии (рис. 3).

Отражательные фотометры или рефлектометры – вид фотометрических устройств, позволяющих суммарно измерять потоки света, отраженного поверхностью реакционной зоны. Лучи света, отраженные и рассеянные в разных направлениях, многократно отражаются от внутренней стенки сферы прибора, внутри которого создается равномерная освещенность с интенсивностью, определяемой суммой всего отраженного исследуемой поверхностью света. Поскольку окраска различных реакционных зон неодинакова не только по выраженности, но и по цветовой характеристике, может потребоваться измерение отраженного света на разных длинах волн.

Применение современных анализаторов позволяет объективизировать и стандартизировать процесс исследования, повысить его качество, получать достоверные количественные результаты, которые можно хранить в памяти микропроцессора, распечатывать или передавать в лабораторную информационную систему, идентифицировать образцы биологических жидкостей с помощью штрих-кода.

Порядок осуществления процедуры исследования мочи с помощью одноразовых диагностических тест-полосок приведен в инструкциях по их применению. Он, как правило, сводится к тому, что для исследования



**Рис. 3. Анализаторы тест-полосок для анализа мочи**

Fig. 3. Analyzers of test strips for urine analysis

используется свежесобранная моча, хранившаяся до анализа не более 2 ч. Порцию мочи тщательно перемешивают, но не центрифугируют. Необходимое для анализа количество полосок изымают из пенала, не прикасаясь руками к тестовым зонам. Пенал следует быстро закрыть крышкой: в ней находится осушитель, поглощающий влагу при открывании; это обеспечивает длительный срок хранения полосок даже после вскрытия пенала. Держа полоску за конец, свободный от тестовых зон, ее плавно погружают в пробирку или другой сосуд с мочой, не делая резких и перемешивающих движений, чтобы не происходило вымывания реагентов из тестовых зон. Включают секундомер. Через 1–2 с (время указано в инструкции) полоску извлекают из мочи, ребром полоски касаясь сосуда, в котором находится моча, а затем фильтровальной бумаги для удаления избытка мочи. Этой операции следует уделять особое внимание. Лишнее количество мочи в виде капли на тестовой зоне может привести к завышенным результатам. К тому же присутствие мочи в промежутках между зонами вызывает смешивание реагентов соседних зон, что приводит к нарушению протекания реакций и ошибочным результатам. В некоторых изделиях подложка, содержащая адсорбент, предотвращает интерференцию и удаляет избыток мочи. После удаления избытка мочи полоску следует держать горизонтально для исключения перекрестного загрязнения реактивами из прилегающих зон. Через 30–60 с (точное время указано в инструкции, и оно должно быть соблюдено для получения надежных результатов) после погружения полоски в мочу сравнивают окраску тестовых зон с окраской соответствующих зон цветной шкалы на пенале и регистрируют результат. Временной интервал между нанесением мочи на полоску и моментом чтения результата критически важен для точности определения: слишком короткий интервал может вызвать занижение результата из-за недостаточного развития цветной реакции, слишком длинный – из-за нестабильности продукта цветной реакции. Визуальная оценка результатов по цветным шкалам, нанесенным на контейнеры для хранения полосок, может быть выражена как в единицах концентрации, так и в виде полуколичественной (порядковой) градации результатов: отрицательные (–), сомнительные ( $\pm$ ), положительные (+, ++, +++ или +++) (последнее выражение положительного результата применяется для некоторых компонентов, например для белка, глюкозы, уробилиногена) [3].

В случае использования отражательных фотометров диагностическую полоску после удаления избытка мочи помещают в специальный держатель или укладывают на транспортер или на место считывания результата (в зависимости от конструктивных особенностей прибора).

При работе на некоторых анализаторах нет необходимости предварительного удаления избытка мочи, поскольку это происходит в процессе движения полоски на транспортере к фотометру, в котором осуществляется детекция результата (либо для этого предусмотрена иная специальная функция).

После помещения полоски в анализатор происходит измерение (отражательная фотометрия) и распечатывание результата: количественного либо полуколичественного.

Патологические результаты отмечаются особыми пометками (flag): звездочками, латинскими буквами H (от английского слова high) или др.

В тест-полосках для исследования мочи с полуколичественным определением на отражательных фотометрах предусмотрены так называемые компенсационные зоны. Это зоны, как правило, белого цвета, они не импрегнированы реактивами и представляют собой своего рода холостые пробы, постановка которых необходима для приборной компенсации нативного окрашивания мочи при обнаружении лейкоцитов, нитритов, белка, глюкозы, кетонов, уробилиногена, билирубина и ряда других компонентов [3].

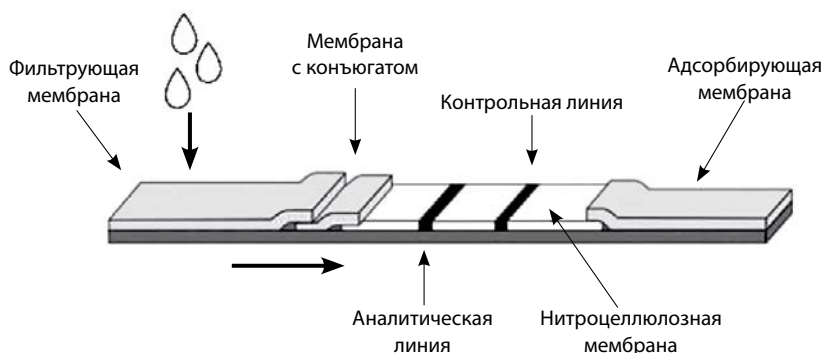
Структура и состав элементов диагностической полоски для исследования анализов в крови отличаются от таковых для мочи, поскольку состав и вязкость этих биологических жидкостей имеют существенные различия. Необходимым элементом тест-полоски для исследования цельной крови является дополнительный верхний фильтрующий слой из стекловолна, служащий для отделения клеточных элементов крови от плазмы, которая и подвергается исследованию [1]. Тест-полоска разделена на 2 зоны: сепарационную и реакционную. Проба крови наносится на сепарационную зону, покрытую фильтрующим слоем. После прохождения через разделительный слой плазма собирается в микро-резервуар. Поступающая в нижние слои плазма либо сразу перетекает в резервуар для плазмы, либо до попадания в резервуар взаимодействует с иммобилизованными внутри слоев полоски реагентами, способствующими удалению веществ, которые могут помешать определению искомого аналита. Например, в полоске для определения холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) внутри зоны для нанесения биологической жидкости иммобилизованы декстран и сульфат магния, которые осаждают хиломикроны, липопротеины низкой и очень низкой плотности, триглицериды, в результате чего в резервуар поступает только плазма с ЛПВП. После этого тест-полоска помещается в кюветную камеру отражательного фотометра. Результат исследования оценивается при длинах волн, выбор которых определяется окраской соответствующей реакционной зоны [1].

В настоящее время наряду с экспресс-тестами первого поколения широко применяются тест-полоски, основанные на принципе иммунохроматографического анализа (тест-полоски второго поколения), построенного на использовании тонкослойной хроматографии и включающего иммунную реакцию в биологическом материале между антигеном и соответствующим ему антителом (ИХА, сухой иммунохимии стрип-тест, QuikStrip cassette, QuikStrip dipstick).

Иммунохроматографическая тест-полоска состоит из зоны размещения образца, мембраны с конъюгатом, хроматографической (адсорбирующей) мембраны, тестовой зоны (зоны захвата иммунных комплексов) и контрольной зоны захвата (рис. 4).

В состав иммунохроматографической полоски могут входить несколько видов антител:

- подвижные моноклональные антитела к исследуемому антигену или антителу, конъюгированные («сшитые») с коллоидным золотом – красителем, который можно легко идентифицировать даже в самых малых концентрациях. Эти антитела нанесены вблизи участка контакта тест-полоски с биологической жидкостью;
- поликлональные антитела к исследуемому антигену или антителу, жестко иммобилизованные в тестовой зоне полоски;



**Рис. 4. Устройство иммунохроматографической тест-полоски**

Fig. 4. The scheme of the immunochromatographic test strip

- вторичные антитела к моноклональным антителам, жестко иммобилизованные в контрольной зоне тест-полоски.

Существует два формата иммунохроматографического анализа (ИХА): прямой («сэндвич») и конкурентный [1].

Прямой ИХА используется для выявления высокомолекулярных соединений – возбудителей инфекционных заболеваний, в том числе ВИЧ, COVID-19, различных гормонов (например, в тестах на беременность) и др. Образец биологической жидкости в необходимом объеме наносится через специальное приемное окно на подложку, либо экспресс-тест погружается в анализируемую биологическую жидкость. Исследуемый аналит белковой природы вступает в реакцию с моноклональными антителами, мечеными коллоидным золотом, образуя комплексы антиген – антитело. Далее под действием капиллярных сил эти комплексы движутся по хроматографической мембране и вступают в реакцию с иммобилизованными в аналитической зоне поликлональными антителами к тем же белкам. При этом если определяемый белок-маркер присутствует в достаточном количестве, окрашенный конъюгат, связанный с белком, накапливается в зоне иммобилизации антител против этого белка. Образуется своеобразный «сэндвич». Свободный конъюгат продвигается далее по хроматографической мембране и захватывается в контрольной зоне иммобилизованными вторичными антителами. Если в зонах захвата накапливается достаточное количество иммунных комплексов, то полосы, благодаря частицам коллоидного золота, приобретают характерный оттенок.

Сохранение тест-полоской функциональных свойств контролируется окрашиванием контрольной зоны, вызванным связыванием избытка коллоидного конъюгата с антивидовыми антителами. Контрольная зона окрашивается всегда. Если окраска в этой зоне не проявляется, значит, иммунореагенты тест-полоски не активны. Результаты такого теста оценивать нельзя, следует повторить тестирование с помощью новой тест-полоски.

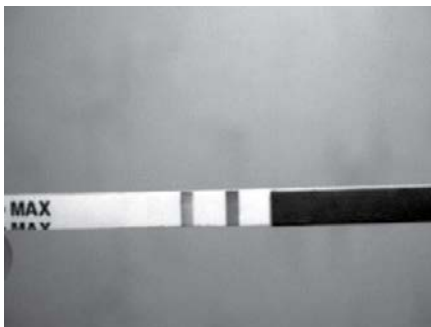
Таким образом, формирование на тест-полоске двух окрашенных зон свидетельствует о положительном результате (выявлении антигена

в концентрации не ниже пороговой), тогда как формирование одной окрашенной зоны означает отсутствие антигена (рис. 5).

Второй вид иммунохроматографического анализа – конкурентный – используют для выявления низкомолекулярных соединений. Такой принцип реализован в экспресс-тестах для обнаружения наркотических средств и психотропных веществ. На нижний участок тест-полоски нанесен конъюгат, состоящий из специфических к определенному анализу антител (моноклональных антител) и метки (коллоидного золота). На тестовой линии иммобилизован антиген, а на контрольной – антивидовые антитела, специфические к первичным антителам (рис. 6).

При отсутствии в пробе определяемого антигена меченые антитела доходят до тестовой зоны, в результате чего происходит иммунная реакция с иммобилизованным антигеном с образованием окрашенной полосы в тестовой зоне (рис. 7). В случае присутствия антигена в пробе (в концентрации не ниже установленного порогового уровня) происходит связывание анализата с конъюгатом антител – метка с образованием иммунного комплекса. В результате осуществляется блокировка активных центров связывания антител и образовавшийся иммунный комплекс не будет связываться с иммобилизованным антигеном в тест-зоне, а продолжит продвижение по тест-полоске. Таким образом, происходит конкуренция между антигеном в пробе и антигеном, иммобилизованным в тестовой зоне, за ограниченное количество центров связывания специфических антител, содержащихся в конъюгате антител – метка. В итоге тест-зона остается неокрашенной.

Иммунный комплекс продвигается дальше по полоске до участка с внутренним контролем, где формируется антивидовый иммунный комплекс, что приводит к образованию окрашенной контрольной зоны. В данном случае о положительном результате теста свидетельствует наличие одной полосы в зоне контроля [4, 5].



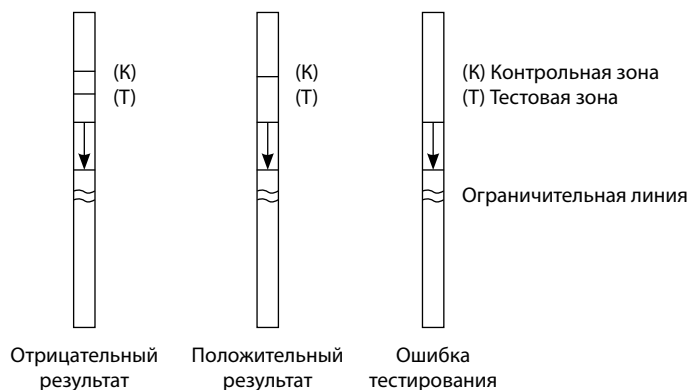
**Рис. 5. Положительный результат теста для диагностики беременности**

Fig. 5. Positive test result for diagnosing pregnancy



**Рис. 6. Принцип устройства тест-полоски для обнаружения наркотических средств и психотропных веществ**

Fig. 6. The principle of the test strip for detection of narcotic drugs and psychotropic substances



**Рис. 7. Интерпретация результатов тест-полоски для выявления наркотических средств**

Fig. 7. Interpretation of results of the drug test strip

Что касается интерпретации полученного результата, то она зависит от вида используемой тест-полоски (рис. 8, 9). Именно поэтому, прежде чем производить исследование с применением экспресс-теста, необходимо ознакомиться с инструкцией по его применению, уделив особое внимание разделу «Интерпретация полученных результатов».

Основным достоинством технологии ИХА является отсутствие необходимости использования специального оборудования для оценки результата. Среди преимуществ применения иммунохроматографических тестов можно отметить простоту и удобство использования, возможность получать и оценивать результат без оборудования и специальных навыков, минимальные затраты на приобретение теста и экономию времени при проведении обследования. Все это позволяет использовать тест-полоски в любых медицинских учреждениях и, что особенно важно, в домашних условиях.

Тем не менее метод ИХА не лишен недостатков. Так, чувствительность и специфичность анализа зависят от качества используемых в тест-полоске антител, а также от концентрации антигена в биологическом материале. Качество антител, в свою очередь, зависит от способов их получения, очистки и фиксации на носителе, а концентрация антигена – от стадии заболевания и количества биологической жидкости. Количество биоматериала особенно важно при использовании цельной крови [1].



**Рис. 8. Положительный результат теста на антитела к COVID-19**

Fig. 8. Positive result of COVID-19 antibody test



**Рис. 9. Положительный результат теста на каннабиноиды (марихуана, гашиш)**

Fig. 9. Positive test result for cannabinoids (marijuana, hashish)

Спектр видов исследования, реализуемых с помощью производимых в настоящее время тест-полосок, весьма широк и разнообразен. Применение различных диагностических панелей, «запрограммированных» на вполне определенное сочетание лабораторных тестов (с целью распознавания определенных видов патологии), позволяет осуществлять диагностику онкологических, кардиологических, инфекционных и других заболеваний, а также выявлять аллергию, отравления наркотиками и другие болезненные состояния.

Особое место занимают тест-системы для выявления возможных возбудителей инфекционных заболеваний, передающихся половым путем (хламидиоз, гонорея и др.), вагинальной грибковой инфекции (дрожжеподобные грибы рода *Candida*); малярийной инфекции, лямблиоза, амебиаза; желудочно-кишечных заболеваний (*Helicobacter pylori*, *Clostridium difficile*, ротавирус, аденовирус, астровирус, норовирус, энтеровирус и др.).

Методы иммунохроматографического анализа нашли широкое применение и в диагностике железодефицитных состояний, катастрофических осложнений ишемической болезни сердца – инфаркта миокарда, сердечно-сосудистой недостаточности. Определение кардиомаркеров (тропонина, миоглобина, D-димеров, С-реактивного протеина (высококочувствительного СРБ), предсердного натрийуретического гормона (BNP) и др.) используют для скрининга острых состояний в кардиологии.

Представленная технология лабораторных исследований применяется и для скрининга онкологических заболеваний путем выявления онкомаркеров: раково-эмбрионального антигена,  $\alpha$ -фетопротеина, простатспецифического антигена, а также для диагностики состояний, вызванных развитием сепсиса (определение прокальцитонина).

Серологическая диагностика COVID-19 с использованием иммунохроматографических методов позволяет довольно быстро выявлять как инфицированных пациентов, так и бессимптомных носителей вируса на разных стадиях заболевания с целью эффективного предотвращения передачи вируса и обеспечения своевременного лечения пациентов. Использование экспресс-тестов также может помочь в подтверждении подозрительных случаев, особенно у пациентов с атипичными признаками заболевания и отрицательными тестами молекулярного анализа.

Реализуемые с использованием специальных тест-полосок методы иммунохроматографии нашли применение в выявлении наркотических средств и других психоактивных веществ (амфетамин, кокаин, марихуана, метадон, опиаты, тетрациклические антидепрессанты, фенobarбитал и др.) [4, 5], а также в определении свободных радикалов (при мембранной патологии), никотина, цистатина С.

«Семейная» линейка тестов включает экспресс-тесты для диагностики беременности, овуляции, менопаузы, мужской фертильности, наличия вагинальной грибковой инфекции. Линейка превентивных тестов предназначена для ранней диагностики таких состояний, как дефицит железа в организме, наличие скрытой крови в кале, непереносимость глютена, наличие хеликобактерной инфекции. Аллергологическая панель включает экспресс-тесты для установления наличия антител к молоку, яичному белку, кошачьей шерсти, пылевому клещу, пыльце и другим антигенам.

Таким образом, современное реагентное и приборное обеспечение медицинских учреждений позволяет в условиях внестационарной лаборатории осуществлять экспресс-анализ многочисленных иммуномаркеров, спектр которых изначально закладывается в панелях используемых тест-систем на основе иммунохроматографического, иммунофлуоресцентного и других методов анализа.

**Вклад авторов:** представление концепции и дизайна исследования – Камышников В.С.; изложение сведений об областях клинического применения методов «сухой» химии – Алехнович Л.И.; описание существующих вариантов аналитического исследования с использованием технологий «сухой» химии, в том числе в области химико-токсикологического анализа психоактивных веществ, – Шилейко И.Д.

**Authors' contribution:** presentation of the concept and design of the study – Kamyshnikov V.; presentation of information about the areas of clinical application of the methods of "dry" chemistry – Alekhovich L.; description of the existing options for analytical research using the technologies of "dry" chemistry, including in the field of chemical and toxicological analysis of psychoactive substances – Shileiko I.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

---

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Menshikov V.V. (2008) *Issledovaniya vne laboratorii. Sredstva, tehnologii, usloviya primeneniya* [Research outside laboratory. Means, technologies, conditions of use]. Moscow: Agat-Med, 272 p. (in Russian)
2. Kozlov A.V. (2018) *Analiz mochi: rukovodstvo dlya vrachei* [Urine analysis: guide for doctors]. Moscow: SIMK, 248 p. (in Russian)
3. Kamyshnikov V.S., Kuzmenko A.T., Baturevich L.V. (2019) Vnelaboratornyy analiz: sovremennyye tehnologii suhoy himii v praktike laboratornogo issledovaniya vne stacionarnoy kliniko-dagnosticheskoy laboratorii [Analysis outside laboratory: modern technologies of dry chemistry in the practice of laboratory research outside the stationary clinical-diagnostic laboratory]. *Laboratornaya diagnostika. Vostochnaya Evropa*, no 4, pp. 587–595.
4. Kamyshnikov V.S. (2016) *Kliniko-laboratornaya diagnostika upotrebleniya psihoaktivnykh veshchestv: ucheb. posobie* [Clinical-laboratory diagnostics of the use of psychoactive substances: tutorial] (ed. V.S. Kamyshnikov). Minsk: Adukatyia i vyihavanne, 376 p.
5. Kamyshnikov V.S. (2015) *Tehnologii himiko-toksikologicheskogo analiza i ih ispolzovanie v praktike diagnostiki sostoyaniy, vyzvannykh upotrebleniem narkoticheskikh sredstv: ucheb.-metod. posobie* [Technologies of chemical-toxicological analysis and their use in the practice of diagnostics of conditions caused by the use of narcotic drugs: tutorial]. Minsk: BelMAPO, 138 p.

---

Подана/Submitted: 06.05.2021

Принята/Accepted: 06.09.2021

Контакты/Contacts: cld@belmapo.by