

Сравнительное исследование индикаторов паров алкоголя, предназначенных для индивидуального контроля состояния опьянения*

ПОМЕТОВ Ю.Д.
МАРТЮШОВ А.Н.

к.м.н., с.н.с., Российский НИИ здоровья МЗ РФ, Москва;

к.м.н., с.н.с. отдела эпидемиологических и организационных проблем психиатрии ГНЦ социальной и судебной психиатрии им. В.П. Сербского МЗ РФ, Москва;

ПАВЕЛЬЕВ Е.В.
КОВАЛЕВА А.В.
НУЖНЫЙ В.П.

врач психиатр-нарколог ННЦН, Москва;

к.б.н., с.н.с. лаборатории токсикологии ННЦН, Москва;

д.м.н., руководитель лаборатории токсикологии ННЦН, Москва.

Проведено изучение различных типов индивидуальных алкометров и тест-систем для количественного и полуквантитативного определения алкоголя в выдыхаемом воздухе и биологических жидкостях. Показана невозможность использования большинства из них для анализа паров алкоголя из-за низкого качества изделий: алкометры Instatest, Safe Mate, Safe Drive оказались неработоспособны, показания приборов Alcoscan AL-2000, SA-2000 при продувке стандартными воздушно-спиртовыми смесями не всегда соответствовали показаниям контрольного измерителя. Пороги индикации прибора Alcoscan AL-2000 не совпадают с приведенными в инструкции. Лишь цифровой индикатор Blowing AT-2000 соответствует предъявленным требованиям. Индикаторные трубки "Контроль трезвости" и полоски "Алко-Сенсор", имеющие разрешение Минздрава РФ на медицинское применение, показали удовлетворительные результаты. С учетом высокой медико-социальной значимости проблемы предлагается все типы алкометров вне зависимости от их стоимости и источника питания отнести к средствам медицинского назначения.

В связи с действием с 1 июля 2002 г. нового Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях в прессе развернулась дискуссия о необходимости введения количественного критерия опьянения при проведении освидетельствования водителей транспортных средств. Как известно, в странах Европейского Союза с 2000 г. введены единые нормы допустимого содержания алкоголя в крови на уровне 0,5‰. У нас в стране запрещено водителям употреблять алкоголь за рулем, однако действует ведомственная инструкция Минздрава [1], допускающая содержание алкоголя в крови на уровне 0,2‰.

Представляется весьма актуальным в связи с этим выяснить пригодность приборов, продающихся в нашей стране, для качественного и количественного определения содержания паров алкоголя в выдыхаемом воздухе. Причем в данном случае речь идет не о дорогих измерительных приборах, которые имеют государственную регистрацию и разрешение Минздрава на медицинское применение, а об алкометрах и других средствах индикации для индивидуального применения стоимостью до 100 долл. США. Некоторые типы алкометров, по постановлению № 5 Госстандарта от 23 февраля 1998 г. и информационному письму Ростеста [2, 3], отнесены к "бытовым без питания от сети", а их реализация допустима при наличии гигиенического сертификата. Данные обстоятельства определили цель исследования — проверку пригодности имеющихся в продаже индивидуальных средств определения содержания алкоголя. Для достижения этой цели были поставлены две задачи:

1) определение пороговых величин индикации алкоголя "бытовых" алкометров и средств индикации с помощью соответствующих ГОСТ газогенераторов воздушно-спиртовых смесей;

2) сравнительные исследования динамики элиминации алкоголя по показаниям различных типов алкометров до и после употребления испытуемым-добровольцем этанола из расчета 0,75 г на 1 кг массы тела.

Методика проведения исследования

Все использованные алкометры и средства индикации на алкоголь приобретены в розничной торговой сети или представлены разработчиками этих систем, они позволяют оценивать результаты тестирования по количественным (полуколичественным) или качественным показателям. Перечень приборов и тест-систем, использованных в исследованиях, и их технические характеристики представлены в табл. 1.

На первом этапе исследований было проведено определение пороговых показаний индикаторов с помощью контрольных воздушно-спиртовых смесей, подаваемых газогенератором "Токси-тест" фирмы Alcohol Countermeasure Systems (Канада) и "ГСВС" фирмы МЕТА (РФ), зарегистрированных в Госреестре средств измерения. Концентрация контрольных смесей составила 0,1, 0,25, 0,3, 0,4 и 0,6‰. Смеси готовили по стандартным растворам, прилагаемым к газогенератору ГСВС, и по стандартной методике [4]. Индикаторные трубки "Контроль трезвости" продували через газогенератор, о наличии алкоголя в подаваемом воздухе свидетельствовало изменение цвета реагента (переход соломенного цвета в зеленый). Чувствительность полосок "Алко-Скрин" определялась путем погружения сенсорного элемента в стандартный спиртовой раствор (или слюну) на 5—7 с и сравнения окраски элемента полоски с цветовой шкалой компаратора на упаковке, согласно краткой инструкции по применению.

На втором этапе исследований с использованием всех перечисленных выше средств индикации и тест-систем измеряли уровни содержания этанола в выдыхаемом воздухе (и слюне) испытуемого-добровольца, употребившего 75 мл в виде водного раствора этанола с небольшим коли-

* Работа выполнена при участии редакции газеты "АВТО-РЕВИУ"

Перечень индикаторных средств и их технические характеристики

	Название средства	Характеристика индикаторного средства
1.	Instatest	Портативный индикатор для определения паров алкоголя в выдыхаемом воздухе, предназначенный для индивидуального применения, с диапазонами измерения от 0 до 0,2‰, от 0,2 до 0,5‰, свыше 0,5‰. Требуется ежеквартальная настройка прибора. Питание — одна алкалиновая батарейка 9 В.
2.	Safe Mate	Компактный портативный индикатор с жидкокристаллическим дисплеем. Имеет звуковой индикатор и подсветку. Питание — одна батарейка.
3.	Alcoscan AL-2000	Портативный индикатор алкоголя. Настройка прибора ежеквартально. Питание — три алкалиновые батарейки 1,5 В. Прибор рассчитан на проведение не более 365 измерений в год.
4.	Safe Drive	Миниатюрный индивидуальный индикатор в виде брелка для ключей. Питание — алкалиновая батарейка 1,5 В.
5.	CA-2000	Персональный цифровой алкотестер. Диапазон измерений от 0 до 4‰. Настройка прибора ежеквартально. Питание — алкалиновая батарейка 9 В, дополнительное питание от прикуривателя автомобиля.
6.	Blowing AT-2000	Персональный цифровой индикатор алкоголя в выдыхаемом воздухе. Диапазон измерений от 0 до 4‰. Настройка прибора ежеквартально. Питание — алкалиновая батарейка 9 В, дополнительное питание от прикуривателя автомобиля.
7.	Alcoscan AL-2020	Индикаторный прибор. Три режима измерений от 0 до 0,2‰, от 0,2 до 0,8‰ и свыше 0,8‰. Питание от прикуривателя автомобиля.
8.	Индикаторная трубка “Контроль трезвости”	Стеклоянная трубка, заполненная наполнителем — концентрированная серная кислота и 6-валентный хромистый ангидрид в силикогеле. Порог индикации 0,2-0,3‰. Имеет разрешение Минздрава на медицинское применение.
9.	Индикаторная полоска “Алко-Скрин”	Полоска на ферментной основе (алкогольоксидаза). Высоко специфичная. Имеет разрешение Минздрава на медицинское применение. Индикация — полуколичественная цветовая шкала. Диапазон измерения от 0,1 до 2,0‰.

чеством пищи. Определение содержания алкоголя в выдыхаемом воздухе и слюне проводили в исходном состоянии до приема алкоголя, затем через 45 мин после его употребления и каждые 15 мин в течение последующих 5 ч.

В качестве критерия оценки точности измерений на обоих этапах исследования использовался измеритель паров алкоголя АКПЭ-01 фирмы МЕТА (РФ), прошедший все необходимые технические и медицинские испытания и включенный в Государственный реестр средств измерения.

Показатели индикаторов и тест-систем были унифицированы — приведены к единой единице величин (концентрация этанола в крови — ‰ (промилле)).

Сравнительный анализ количественных показателей исследуемых алкометров и тест-систем с показаниями измерителя АКПЭ-01 на обоих этапах проводился при помощи процедуры нелинейного (биномиального) регрессионного анализа нахождением коэффициентов *b*, *a* и *c* в уравнении квадратичной биномиальной регрессии:

$$y = b + ax + cx^2$$

где *y* — показатель тест-системы, *x* — независимая переменная.

На первом этапе исследовалась регрессия показателей алкометров и тест-систем в зависимости от концентрации контрольных воздушно-спиртовых смесей. На втором определялась регрессия элиминации этанола из выдыхаемого испытуемым воздуха в зависимости от времени, прошедшего после его употребления.

Результаты исследований

Первый этап

Результаты исследования пороговых показаний индикаторов и тест-систем (индикаторные трубки “Контроль трезвости” и полоски “Алко-Скрин”) представлены в табл. 2 и на рис. 1 (а—д).

На рис. 1 (а—д) видно, что кривая биномиальной регрессии показателей АКПЭ-01 находится практически в линейной зависимости от концентрации воздушно-спиртовой смеси. Точки, обозначающие реальные измерения, лежат либо на кривой регрессии, либо в пределах 95%-ного доверительного интервала. Это свидетельствует о высокой точности выбранного для контроля прибора и позволяет использовать кривую регрессии, построенную по его показателям, в качестве контрольной.

Исследования показали, что прибор Instatest оказался не работоспособен уже при первом анализе выдыхаемого воздуха на алкоголь.

Алкометр Safe Mate впервые отреагировал на алкоголь при его концентрации в смеси порядка 0,6‰.

Алкометр Alcoscan AL-2000 оказался нечувствителен к парам алкоголя в зоне 0,0—0,25‰, зависил показания на треть при продувке смесью 0,3‰. При дальнейшей продувке расхождения показаний сравниваемых приборов уменьшились. При концентрации смеси 0,6‰ отмечалось совпадение результатов измерений.

Характер кривой регрессии, построенной для индикатора Alcoscan AL-2000, значительно отличается от контроля. Прежде всего, обращает внимание инертность прибора при небольших, в том числе пороговых (0,25‰), значениях концентрации воздушно-спиртовой смеси. Затем следует практически скачкообразный рост кривой (рис. 1а).

Алкометр Safe Drive оказался абсолютно непригоден для измерения, поскольку в несколько раз завышал показания для контрольных воздушно-спиртовых смесей.

Меньше всего претензий можно предъявить южно-корейским приборам CA-2000 и AT-2000 Blowing. Если показания первого прибора, CA-2000, и отличались от показаний контрольного прибора АКПЭ-01, то расхождения лежали в пределах допустимой ошибки измерений. Показания второго прибора, AT-2000, практически совпали с показаниями контрольного прибора.

Таблица 2

Определение пороговых показателей различных алкометров и тест-систем по концентрации контрольной смеси, промилле (‰)

Концентрация контрольной смеси	АКПЭ-0.1	Instatest	Safe Mate	Alcoscan AI-2000	Safe Drive	CA 2000	Blowing AT-2000	Alcoscan AI-2020 (X)	Трубка "Контроль трезвости" (XX)	Полоска индикаторная "Алко-Скрин"
0,1	—	0	0	0,0	0,2-0,4	0,1	0,0	—	—	0,1
0,25	0,24	—	0	0,0	0,5-0,9	0,2	0,2			0,2
0,3	0,30	—	0	0,4	1-3,5	0,4	0,3	+	+	0,3
0,4	0,40	—	0	0,5	1-3,5	0,5	0,4	+	+	0,6
0,6	0,61	—	0,1	0,6	> 3,6	0,8	0,6	+	+	0,7

Примечание. (X) — — зеленый цвет индикатора; — оранжевый цвет; + — красный цвет.
(XX) — небольшое изменение цвета реагента; + — зеленый цвет реагента

Анализ кривой регрессии показателей СА-2000 по концентрации контрольной смеси выявил, что, как и в случае контрольной кривой, имеет место практически линейная зависимость показателей прибора от концентраций контрольных смесей. Однако если для контрольной кривой наблюдается небольшое экспоненциальное убывание регрессии, то в случае кривой регрессии пока-

зателей СА-2000, напротив, — экспоненциальное возрастание функции, что могло свидетельствовать о вероятности завышения оценок концентрации этанола в выдыхаемом воздухе (рис. 1б).

Кривая регрессии показателей тест-системы Blowing AT-2000 практически совпала с контрольной кривой, построенной по показаниям АКПЭ-01 (рис. 1с).

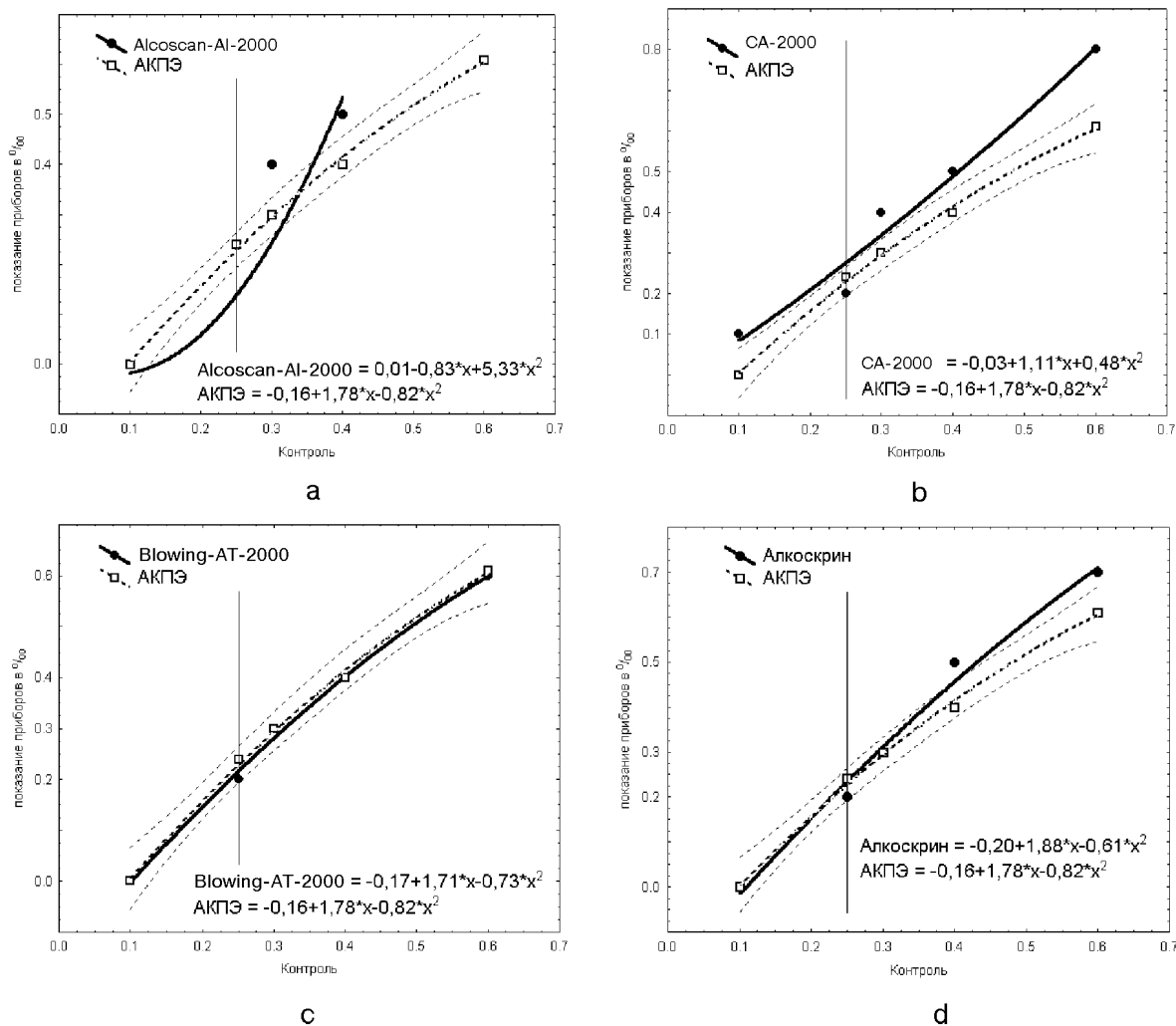


Рис. 1.

Алкометр Alcoscan-2020 — бесконтактный прибор с питанием от бортовой сети автомобиля — на графике не представлен, так как не дает количественных (цифровых) показателей, а имеет три цветовых светодиода (зеленый, желтый, красный). При анализе работоспособности такого рода приборов наиболее важно определить пороги срабатывания граничных значений индикаторов. Согласно прилагаемой инструкции, при концентрации паров алкоголя в выдыхаемом воздухе порядка 0,0—0,2‰ на индикаторе прибора должен гореть зеленый цвет, при концентрации 0,2—0,8‰ — зеленый+оранжевый, а при 0,8‰ и выше — зеленый+оранжевый+красный, информируя канадского водителя об опасном превышении допустимой концентрации алкоголя в крови (0,8‰). При тестировании прибора выяснилось, что при подаче воздушно-спиртовой смеси 0,1‰ горит зеленый индикатор (—), при 0,25‰ загорается оранжевый (), а при 0,3‰ и последующих концентрациях к ним добавляется красный (+), т.е. порог срабатывания запрета на вождение (красный индикатор) смещен вопреки инструкции к прибору с 0,8 до 0,3‰. Вероятно, прибор прошел предпродажную подготовку и намеренно перенастроен фирмой-дистрибьютером для нужд российских автолюбителей без внесения изменений в инструкцию.

Индикаторные трубки “Контроль трезвости” производились с большим трудом. Порог индикации паров алкоголя оказался равен 0,2—0,3‰.

Индикаторные полоски “Алко-Скрин” в зоне индикации 0,0—0,5‰ показали достаточно высокое соответствие между концентрацией алкоголя в жидкости газогенератора и изменением цвета рабочей зоны полосок.

Темп регрессии для тест-системы “Алко-Скрин” был более высокий, однако на низких значениях концентрации воздушно-спиртовой смеси (в том числе и для порогового значения — 0,25‰) он снижался, что вполне допустимо для полуколичественных тестов, каким является “Алко-Скрин” (рис. 1d).

Второй этап

Сравнительные исследования показаний различных индикаторов и тест-систем при биологическом тестировании, связанные с приемом испытуемым-добровольцем алкоголя, приведены в табл. 3 и на рис. 2 (a—d).

Анализ представленных данных практически подтвердил сделанные на первом этапе испытаний выводы.

Алкометры Instatest, Safe Mate, Safe Drive оказались не пригодны для анализа алкоголя в выдыхаемом воздухе.

Алкометр Alcoscan AL-2000 нестабильно завывшал показания при концентрации алкоголя 0,64-0,67‰ (до 40%), был близок к показаниям контрольного измерителя АКПЭ-01 при концентрации алкоголя 0,6‰ и вновь резко (более чем в 2 раза) завывшал показания при низких его концентрациях. Не вышел на нулевые значения. Прибор, вероятнее всего, из-за нелинейности шкалы измерения был настроен на концентрацию паров алкоголя в узком диапазоне 0,5—0,6‰.

Индикатор СА-2000 при биологическом тестировании оказался не так точен, как при предыдущих испытаниях:

— в диапазоне концентраций алкоголя 0,6—0,7‰ разница показаний с контрольным измерителем достигала 50% (0,9 и 0,6‰ соответственно), что недопустимо для цифрового индикатора;

Таблица 3

Показания различных алкометров при проведении тестирования с участием испытуемого — добровольца, промилле (‰)

Время (час)	АКПЭ-01	Instatest	Safe Mate	Alcoscan Al-2000	Safe Drive	CA-2000	Blowing AT-2000	Alcoscan Al-2020	Трубка “Контроль трезвости”	Полоска индикаторная “Алко-Скрин”
Фон	0,64	0,2	0,1	0,9	> 3,6	0,9	0,7	+	+	1,0
0:45	0,67	—	0,1	0,7	> 3,6	1,0	0,6	+	+	1,0
1:00	0,60	—	0,1	0,7	> 3,6	0,9	0,7	+	+	1,0
1:15	0,60	—	0,1	0,5	> 3,6	0,7	0,5	+	+	1,0
1:30	0,52	—	0,1	0,7	> 3,6	0,7	0,5	+	+	0,7
1:45	0,50	—	0,1	0,6	> 3,6	0,6	0,5	+	+	0,7
2:00	0,45	—	0,1	0,6	> 3,6	0,5	0,4	+	+	0,7
2:15	0,44	—	0,0	0,7	1-3,5	0,6	0,5	+	+	0,7
2:30	0,42	—	0,0	0,7	1-3,5	0,5	0,4	+	+	0,7
2:45	0,38	—	0,0	0,7	1-3,5	0,5	0,3	+	+	0,7
3:00	0,36	—	0,0	0,6	1-3,5	0,3	0,3	+	+	0,5
3:15	0,31	—	0,0	0,6	1-3,5	0,4	0,3	+	+	0,5
3:30	0,27	—	0,0	0,5	0,5-0,9	0,3	0,2	+	+	0,4
3:45	0,24	—	0,0	0,5	1-3,5	0,3	0,2	+	+	0,5
4:00	0,22	—	0,0	0,5	0,5-0,9	0,3	0,2	+	—	0,3
4:15	0,18	—	0,0	0,4	0,5-0,9	0,2	0,1	—	—	0,3
4:30	0,00	—	0,0	0,4	0,2-0,4	0,2	0,1	—	—	0,1
5:00	0,00	—	0,0	0,4	00	0,2	0,1	—	—	0,0

Примечание — то же, что и в табл. 2

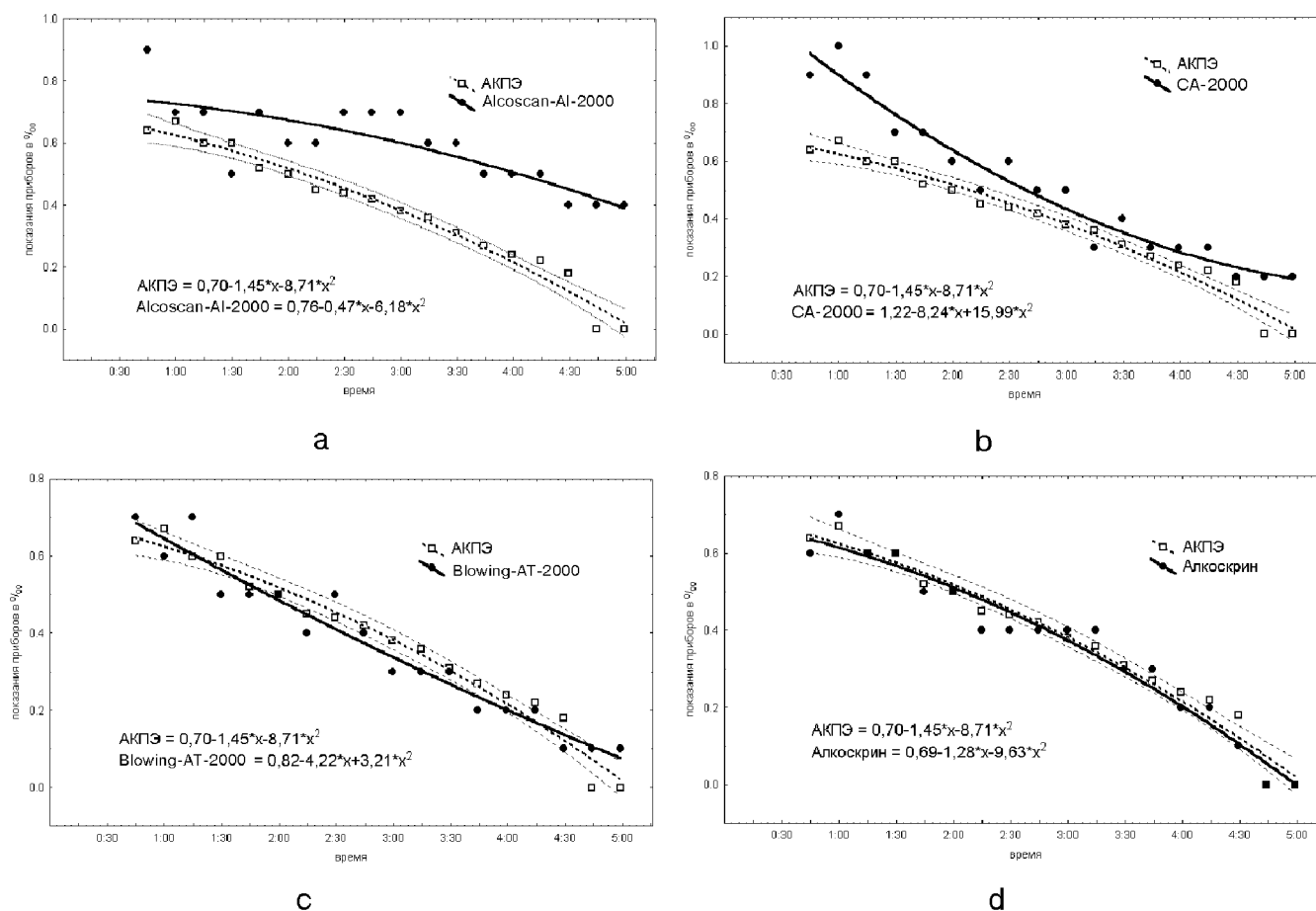


Рис. 2.

— индикатор не вышел на нулевые значения в течение последнего часа испытаний, показывая наличие алкоголя в крови в пределах 0,2—0,3‰ (ложноположительная реакция).

Индикатор Blowing AT-2000 в пределах ошибки измерения довольно точно отслеживал динамику изменений концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе.

Алкометр Alcoscan AL-2020 вновь показал хорошие для данного типа индикаторов потребительские качества. Пороги индикации содержания алкоголя в выдыхаемом воздухе примерно соответствовали установленным на первом этапе испытаний, но отличались от указанных в инструкции.

Индикаторные трубки “Контроль трезвости” продувались с большим трудом. Изготовитель трубок ОАО “Уральский завод химических реактивов” упорно не модернизирует трубки, несмотря на высказанные еще в 1999 г. замечания при их медицинских испытаниях.

Индикаторные полоски “Алко-Скрин” удовлетворительно отслеживали динамику изменения содержания алкоголя, особенно при концентрациях его ниже 0,5‰. В диапазоне цветовой зоны 0,5—1,0‰ отследить нюансы изменения концентрации алкоголя в слюне (в крови) оказалось затруднительно. В данном диапазоне концентраций, как оказалось, преобладают темные тона на шкале компаратора.

Таким образом, сравнительные исследования эксплуатационных характеристик различных “бытовых” индикаторов алкоголя показали, что наиболее дешевые из них

(алкометры Instatest, Safe Mate, Safe Drive) не пригодны для анализа паров алкоголя в выдыхаемом воздухе из-за низких точностных характеристик и отказа в работе (Instatest).

Цифровой алкометр CA-2000 и индикаторы Alkoskan AI-2000, Alcoscan AL-2020 также мало пригодны для индивидуального применения, особенно в зоне низких значений концентраций алкоголя и несоответствия диапазонов настройки прибора (Alcoscan AL-2020), прилагаемой к нему инструкции. Исключение составил индикатор AT-2000, который довольно точно отслеживал динамику изменений концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе и не имел замечаний по эксплуатации.

Индикаторные трубки “Контроль трезвости” и полоски “Алко-Скрин”, которые прошли сертификационные испытания и имеют разрешение Минздрава для медицинского применения, показали достаточно высокие эксплуатационные качества.

Проведенные исследования со всей очевидностью свидетельствуют о том, что произвольное разделение индикаторов содержания алкоголя в организме человека на медицинские и бытовые не правомерно. С учетом высокой медико-социальной значимости проблемы количественного измерения алкоголя, все алкометры и тест-системы вне зависимости от стоимости и источника питания должны проходить проверку установленным порядком, иметь сертификат соответствия и разрешение Минздрава на их медицинское применение.

Список литературы

1. Методические указания о проведении медицинского освидетельствования для установления факта употребления алкоголя и состояния опьянения: Приложение к приказу Минздрава СССР № 694 от 1 сентября 1988. — № 06-14/33-14, 29 с.

2. Информационное письмо “Российский центр испытаний и сертификации” (Ростест-Москва). Исх. № 420-15/29 от 11.02.2002.

3. “О номенклатуре продукции и услуг (работ) подлежащих обязательной сертификации”: Постановление Госстандарта РФ от 23 февраля 1998 г. № 5 (с изменениями) п.94 4160.

4. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ. — 7-е изд. — М.: Химия, 1966. — 292 с.

COMPARATIVE RESEARCH OF ALCOHOL INDICATORS FOR INDIVIDUAL (PERSONAL) ALCOHOL INTOXICATION LEVEL CONTROL.

POMETOV JU.D. Ph.D., M.D., senior researcher, National Research Center of Addiction, Moscow
 MARTUSHOV A.N. Ph.D., M.D., senior researcher, Serbsky National Research Center for Social and Forensic Psychiatry, Moscow
 PAVELIEV E.V. Physician, National Research Center of Addiction, Moscow
 KOVALEVA A.V. Ph.D., senior researcher, National Research Center of Addiction, Moscow
 NUZHNY V.P. Ph.D., M.D. National Research Center of Addiction, Moscow

Research of different types of individual (personal) alcometers and test-systems for quantitative and semiquantitative analysis of alcohol concentration in breathing air and biological liquids was carried out. It was shown that most of them couldn't be use to analyze alcohol exhalation because of their low quality: such alcometers as Instatest, Safe Mate, Safe Drive didn't work properly, Alcoscan AL 2000 and CA-2000 showed indices differs from control device after standard ethanol-air mixture application. Indication threshold for Alcoscan AL-2020 didn't correspond to those mentioned in instruction (manual). Only digital indicator Blowing AT-2000 satisfied all requirements. Indication tubes “Soberness control” and stripes “Alco-Sensor” that have Russian Federation Health Ministry permission showed satisfactory results. So, all devices (alcometers) could be recommended to use them for medical purposes.