

# АВТОМАТЫ ФИКСАЦИИ И ОКРАСКИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ, ЦИТОЛОГИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МАЗКОВ

Безруков А. В.,  
ООО ЭМКО, ЗАО НПП ТЕХНОМЕДИКА

Морфологический анализ окрашенных препаратов – один из основных инструментов диагностики. Для обеспечения качественно подготовленными препаратами цитологов, гематологов, микробиологов, желательна автоматизация фиксации и окраски мазков на предметных стёклах. В настоящее время для этого разработано и производится большое количество автоматов, в которых используются различные принципы работы и конструктивные решения. Какой прибор выбрать, на что обратить внимание – эти вопросы стоят перед многими специалистами.

В статье рассмотрены практические вопросы автоматизации окраски мазков: определены цели, которые необходимо ставить при автоматизации, проанализированы характеристики современных автоматов с точки зрения возможности реализовать поставленные цели. Основное внимание уделено приборам низшего ценового диапазона, наиболее доступным для лабораторий России.

## 1. Цели автоматизации.

Рассмотрим, какие цели могут ставиться при автоматизации окраски мазков:

1.1 Многие методики окраски требуют тщательного соблюдения параметров технологических обработок и единообразного повторения их от раза к разу для получения однотипных результатов. Человеческий фактор в значительной мере может влиять на результаты окраски. Однотипные результаты окраски удобны для диагностов и необходимы при автоматизированном анализе изображений. Исходя из выше перечисленных положений, **первая цель автоматизации – высокое качество и однотипность получаемых препаратов.**

1.2 В настоящее время значителен дефицит медицинского персонала, а современные подходы в медицине подразумевают большой объём лабораторных исследований. В связи с этим, **вторая цель автоматизации – повышение производительности труда.**

1.3 Некоторые методики, широко распространённые в мире, в том числе при скрининге населения, например, окраска мазков по Папаниколау, практически не используются в России из-за сложности реализации ручным способом. **Третья цель автоматизации – реализация методик**

**окраски, трудно выполнимых вручную, в частности, реализация окраски по Папаниколау.**

1.4 Значительное количество технологических жидкостей – фиксаторы и красители, их пары, опасны при контакте и вдыхании, некоторые широко используемые красители канцерогенны. **Четвёртая цель автоматизации – обеспечение безопасных условий труда лаборантов.**

## 2. Технические характеристики и технологические возможности современных автоматов окраски мазков.

Ниже будут кратко охарактеризованы автоматы с различными принципами работы и различными конструктивными решениями. Для возможности сравнения, кроме характеристик недорогих и простых автоматов, приведены характеристики одного из наиболее универсальных и производительных приборов – немецкого TST-44 (MEDITE GmbH).

Оценка производительности автоматов, там, где это возможно, производилась исходя из модельной прописи гематологической окраски по Паппенгейму (Таблица 1).

Таблица 1. Модельная пропись гематологической окраски по Паппенгейму.

№ п.п.	Технологическая операция	Технологическая среда	Длительность, мин
1	Фиксация	Фиксатор-краситель по Маю-Грюнвальду	3
2	Промывка-1	Вода	0,25
3	Окраска	Рабочий раствор по Романовскому-Гимзе	10
4	Промывка-2	Вода	0,25
5	Сушка	Поток тёплого воздуха	6
6	Перемещения, загрузка и выгрузка стёкол	-	0,5
Итого, общая длительность обработки препарата:			20

## 2.1 TST-44, MEDITE GmbH, Германия.

2.1.1 Перемещение стёкол – прямолинейное, по трём координатам.

2.1.2 Подача стёкол для технологических обработок – групповая, в штативах по 30 стёкол.

2.1.3 Нанесение технологических жидкостей – в ваннах.

2.1.4 Количество станций – 44, из них 30 – для окраски и фиксации, 6 – для промывки, 4 для загрузки, 4 для выгрузки, возможно оснащение двумя станциями сушки.

2.1.5 Ёмкость штативов – по 30 стёкол, максимальная разовая загрузка – 120 стёкол, есть возможность дозагрузки, возможна параллельная обработка штативов (до 12 программ).

2.1.6 Максимальная производительность (при модельной гематологической окраске по Паппенгейму, оценочно) – 600 стёкол в час.

2.1.7 Безопасность работы обеспечивается закрытой рабочей камерой с подключением к вентиляции и сменным угольным фильтром.

2.1.8 Открытая система. Возможно применение технологических жидкостей любых производителей. Стоимость расходных материалов для обработки одного препарата примерно равна аналогичной стоимости при ручной окраске.

2.1.9 Дополнительные возможности: активация штативов со стёклами при технологических обработках, возможность подключения автомата заключения препаратов под покровные стёкла, специальная патентованная система для предотвращения падения капель при перемещении штативов.

2.1.10 Цена в России – 33 050–41 335 евро в зависимости от комплектации.



## 2.2 Hema-Tek® 2000, Bayer Group

2.2.1 Перемещение стёкол – прямолинейное, по одной координате.

2.2.2 Подача стёкол для технологических обработок – по одному стёклу, с помощью шнекового питателя.

2.2.3 Нанесение технологических жидкостей – капиллярное, смешивание технологических жидкостей на поверхности рабочего стола.

2.2.4 Рабочий стол с несколькими технологическими зонами.

2.2.5 Разовая загрузка в шнековый питатель – не более 24 стёкол.

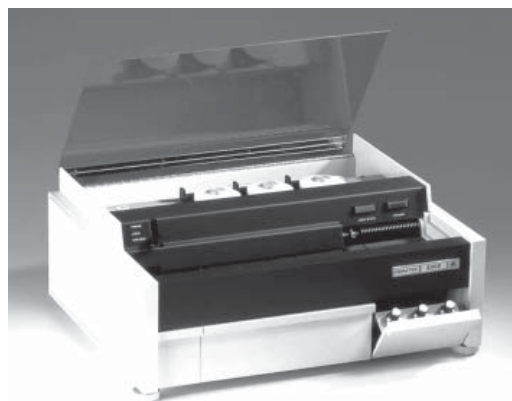
2.2.6 Максимальная производительность (при модифицированной гематологической окраске по Райту) – 60 стёкол в час.

2.2.7 Безопасность работы не обеспечивается при расположении прибора вне вытяжного шкафа.

2.2.8 Закрытая система для окраски гематологических мазков (возможна также окраска тонкослойных препаратов костного мозга). Должны применяться фирменные картриджи с технологическими жидкостями и расходные принадлежности (шланги и канюли). Стоимость расходных материалов для обработки одного препарата выше, чем при ручной окраске с использованием отечественных расходных материалов.

2.2.9 Дополнительные возможности: возможно использование картриджей с различными наборами технологических жидкостей (окраска по Райту, Райту-Гимзе).

2.2.10 Цена в России (ориентировочно) – 11 000 евро.



## 2.3 Poly Stainer, IUL, S.A., Испания.

2.3.1 Перемещение стёкол – прямолинейное, по двум координатам.

2.3.2 Подача стёкол для технологических обработок – групповая, в штативах по 20 стёкол.

2.3.3 Нанесение технологических жидкостей – в ваннах.

2.3.4 Количество станций – 6, из них одна для промывки.

2.3.5 Ёмкость штативов – по 20 стёкол, максимальная разовая загрузка – 20 стёкол, возможности дозагрузки нет, возможности параллельной обработки нет.

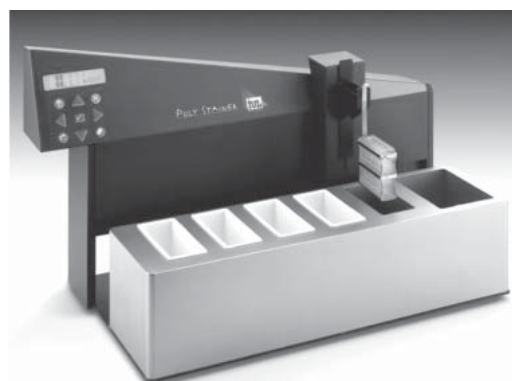
2.3.6 Максимальная производительность (при модельной гематологической окраске по Паппенгейму, оценочно) – 60 стёкол в час.

2.3.7 Безопасность работы обеспечивается только при размещении прибора в вытяжном шкафу.

2.3.8 Открытая система. Возможно применение технологических жидкостей любых производителей. Стоимость расходных материалов для обработки одного препарата примерно равна аналогичной стоимости при ручной окраске.

2.3.9 Дополнительные возможности: активация штативов со стёклами при технологических обработках. Прозрачный кожух, дополнительный насос для опорожнения промывочной ванны.

2.3.10 Цена в России – 289 100 руб. (~ 7 225 евро) в минимальной комплектации.



## 2.4 Mirastainer II, MIDAS III, MERCK Group.

2.4.1 Перемещение стёкол – прямолинейное по вертикали и вращательное (азимутальное) в горизонтальной плоскости.

2.4.2 Подача стёкол для технологических обработок – групповая, в штативах по 20 (30) стёкол.

2.4.3 Нанесение технологических жидкостей – в ваннах.

2.4.4 Количество станций – 6, из них одна для промывки.

2.4.5 Ёмкость штативов – по 20 (30) стёкол, максимальная разовая загрузка – 30 стёкол, возможности дозагрузки нет, возможности параллельной обработки нет.

2.4.6 Максимальная производительность (при модельной гематологической окраске по Паппенгейму, оценочно) – 90 стёкол в час.

2.4.7 Безопасность работы обеспечивается только при размещении прибора в вытяжном шкафу.

2.4.8 Открытая система. Возможно применение технологических жидкостей любых производителей. Стоимость расходных материалов для обработки одного препарата примерно равна аналогичной стоимости при ручной окраске.

2.4.9 Дополнительные возможности: активация штативов со стёклами при технологических обработках. Оснащение автономной проточной ванной.

2.4.10 Цена в России (оценочно) – 11 000–12 000 евро в зависимости от комплектации



## 2.5 Stainingmaster 2032/8/DI MDS-Group, Германия

2.5.1 Перемещение стёкол – прямолинейное по вертикали и вращательное (азимутальное) в горизонтальной плоскости (карусельная конструкция).

2.5.2 Подача стёкол для технологических обработок – групповая, в штативах по 20 (40, 50) стёкол.

2.5.3 Нанесение технологических жидкостей – в ваннах.

2.5.4 Количество станций – 8.

2.5.5 Ёмкость штативов – по 20 (40, 50) стёкол, максимальная разовая загрузка (для окраски по Паппенгейму) – 100 стёкол, возможности дозагрузки нет, возможна параллельная обработка штативов со стёклами по одной методике.

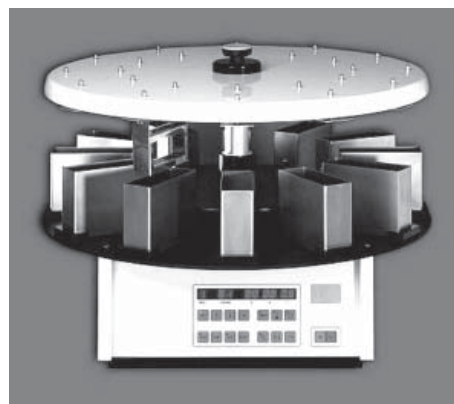
2.5.6 Максимальная производительность (при модельной гематологической окраске по Паппенгейму, оценочно) – 300 стёкол в час.

2.5.7 Безопасность работы обеспечивается при размещении прибора в вытяжном шкафу. При дополнительной комплектации устройством для вытяжки паров со встроенным угольным фильтром, вентилятором и подсоединением к внешней вентиляции, обеспечиваются безопасные условия при работе без вытяжного шкафа.

2.5.8 Открытая система. Возможно применение технологических жидкостей любых производителей. Стоимость расходных материалов для обработки одного препарата примерно равна аналогичной стоимости при ручной окраске.

2.5.9 Дополнительные возможности: опционное оснащение проточной ванной, станцией сушки, дополнительным устройством для вытяжки паров со встроенным угольным фильтром, вентилятором и подсоединением к внешней вентиляции. Активация штативов, установка времени задержки после вынимания штатива из ванны.

2.5.10 Цена в России – 16 595 евро (без опций).



## 2.6 ЭМКОСТЕЙНЕР-АВТО (АФОМК8-В-01), ООО ЭМКО, Россия.

2.6.1 Перемещение штативов со стёклами – вращательное в горизонтальной плоскости (азимутальное) и в вертикальной плоскости (зенитное). При подъёме штатива из ванны осуществляется его наклон, что улучшает слив технологической жидкости.

2.6.2 Подача стёкол для технологических обработок – групповая, в штативах по 25 (50) стёкол.

2.6.3 Нанесение технологических жидкостей – в ваннах.

2.6.4 Количество станций – 8, в том числе, станция сушки и станция с проточной ванной для промывки. Все станции комбинированные (могут использоваться как для технологических обработок так и для загрузки-выгрузки штативов).

2.6.5 Ёмкость штативов – по 25(50) стёкол, максимальная разовая загрузка для окраски по Паппенгейму – 200 стёкол, есть возможность дозагрузки, возможна параллельная обработка штативов по одной программе.

2.6.6 Максимальная производительность, (при модельной гематологической окраске по Паппенгейму, оценочно) – 450-500 стёкол в час.

2.6.7 Безопасность работы обеспечивается закрытой рабочей камерой с подключением к вентиляции. Имеются различные блокировки для предотвращения нештатных ситуаций: блокировка от работы с открытой крышкой, блокировка при опасности залива, блокировка вентиляции при возгорании технологической жидкости для предотвращения распространения огня и др. .



2.6.8 Открытая система. Возможно применение технологических жидкостей любых производителей. Стоимость расходных материалов для обработки одного препарата примерно равна аналогичной стоимости при ручной окраске.

2.6.9 Дополнительные возможности: комбинированные станции (возможно их использования как для загрузки-выгрузки, так и для проведения технологических операций), ополаскивание стёкол при погружении в ванну, возможность активации штативов со стёклами при технологических обработках, режим окунания, регулируемая задержка после подъёма штатива из ванны для стекания технологической жидкости, встряхивание, наклон штатива при подъёме из ванны, возможность заказа штативов под стёкла разной толщины. Управление с помощью сенсорного экрана.

2.6.10 Цена в России – 285 000 руб. (~ 7 125 евро).

## 2.7 Aerospray Hematology Pro™ Wescor Inc., США.

2.7.1 Перемещение стёкол – вращательное (азимутальное) в горизонтальной плоскости (центрифуга).

2.7.2 Поддача стёкол для технологических обработок – групповая, в роторах по 12 стёкол (12 или 30 стёкол для микробиологических приборов).

2.7.3 Нанесение технологических жидкостей – из аэрозоля, распыляемого в камере центрифуги.

2.7.4 В зависимости от назначения центрифуги, разное количество сопел для распыления технологических жидкостей.

2.7.5 Ёмкость роторов – по 12 стёкол, максимальная разовая загрузка (для гематологической окраски типа Романовского) – 12 стёкол, возможности дозагрузки нет, возможности параллельной работы нет.

2.7.6 Максимальная производительность, (при гематологической окраске) – 120 стёкол в час.

2.7.7 Безопасность работы обеспечивается за счёт герметично закрываемого корпуса.

2.7.8 Закрытая система. Используются только фирменные технологические жидкости. Стоимость расходных материалов для обработки одного препарата выше, чем при ручной окраске с использованием отечественных расходных материалов.

2.7.9 Дополнительные возможности: возможность комплектации ротором для нанесения мазков на предметные стёкла, имеются модели автоматов для окраски по Граму, Цилю-Нильсену.

2.7.10 Цена в России (ориентировочно) – 15 500 долларов США (~11 625 евро) (без опций).



**Таблица 2.** Сравнительные характеристики автоматов фиксации и окраски мазков.

Голубым фоном выделены ячейки с характеристиками, которые можно оценивать положительно.

Наименование автомата	Hema-Tek® 2000 Bayer Group	Poly Stainer IUL,S.A., Испания.	TST-44 MEDITE GmbH, Германия	Mirastainer II MERCK Group	Stainingmaster 2032/8/DI MDS-Group, Германия	Эмкостейнер АФОМК8-В-01 ООО ЭМКО, Россия	Aerospray Hematology Pro™ Wescor Inc., США
Характеристики							
Характеристики перемещения							
Нанесение технологических жидкостей	капиллярное	ванны	ванны	ванны	ванны	ванны	аэрозоль
Количество стёкол в штативе (роторе)	24	20	30	20(30)	20 (40,50)	25 (50)	12 (30)
Максимальная разовая загрузка (гематологическая окраска)	24	20	120	30	100	200	12
Количество станций	–	6	44	6	8	8 (комбинированные)	–



Наименование автомата	Hema-Tek® 2000 Bayer Group	Poly Stainer IUL,S.A., Испания.	TST-44 MEDITE GmbH, Германия	Mirastainer II MERCK Group	Stainingmaster 2032/8/DI MDS-Group, Германия	Эмкостейнер АФОМК8-В-01 ООО ЭМКО, Россия	Aerospray Hematology Pro™ Wescor Inc., США
Характеристики							
Возможность дозагрузки	+	-	+	-	+	+	-
Максимальная производительность (гематологическая окраска)	60	60	600	90	300	500	120
Безопасность	-	-	+	-	+	+	+
Степень открытости системы	закрытая	открытая	открытая	открытая	открытая	открытая	закрытая
Цена расходных материалов	-	+	+	+	+	+	-
Выполнения сложных методик, в частности, Папаниколау	-	-	+	-	-	+	-
Цена прибора в России (оценка)	11000 E	289100 руб. (~ 7225E)	33050 – 41335 E	~11000 – 12000 E	16595 E (без опций)	285000 руб. (~7125 E)	15500 \$ (~11625 E)

Из приведённых данных, очевидно, что лидером по соотношению цена/качество, по крайней мере, из охарактеризованных приборов, является автомат ЭМКОСТЕЙНЕР-АВТО (АФОМК8-В-01) отечественного производства. Он наиболее доступен по цене, технические решения, использованные в нём, позволяют при небольшом количестве станций реализовывать самые сложные методики и добиваться высокой производительности, сравнимой с производительностью дорогостоящих автоматов. Автоматы ЭМКОСТЕЙНЕР используются для проведения различных гематологических методик (по Паппенгейму, Лейшману, «Дифф Квик» и др.); микробиологических методик (по Граму, Цилю-Нильсену (т.н. «холодный» вариант методики) и др.); цитологических методик (по Романовскому, Лейшману, по Папаниколау (адаптированная методика)).

### 3. Выводы

3.1 Современные автоматы позволяют реализовать цели, которые ставятся при автоматизации фиксации и окраски мазков, однако далеко не все автоматы низкого ценового уровня ~ 10 000 евро дают такую возможность.

3.2 При выборе автомата необходимо обращать внимание на следующие вопросы:

- обеспечивается ли безопасность работы;
- возможна ли реализация необходимых методик;
- какова реальная производительность автомата для планируемых к применению методик;
- насколько часто необходимо производить загрузку стёкол (нужно ли постоянное присутствие лаборанта при работе автомата);

- может ли автомат работать со стёклами, применяемыми в лаборатории (в России часто применяются толстые предметные стёкла);

- является ли автомат открытой системой – возможно ли применение технологических жидкостей разных производителей и разного ценового уровня;

- какова цена и стоимость использования автомата с учётом закупки расходных материалов и принадлежностей;

- какое техническое обслуживание требуется при эксплуатации прибора.

3.3 Одним из наиболее полно отвечающих требованиям широкого круга российских лабораторий является отечественный автомат ЭМКОСТЕЙНЕР-АВТО (АФОМК8-В-01). Более подробную информацию об этом приборе можно получить на сайте [www.stainer.ru](http://www.stainer.ru).

### 4. Источники информации:

В работе над публикацией использованы материалы сайтов: [www.meditate.de](http://www.meditate.de); [www.citomed.ru](http://www.citomed.ru); [www.iul-inst.com](http://www.iul-inst.com); [www.stormoff.ru](http://www.stormoff.ru); [www.mds-group.de](http://www.mds-group.de); [www.stainer.ru](http://www.stainer.ru); [www.wescor.com](http://www.wescor.com); [www.dinaint.com](http://www.dinaint.com); [www.fishersci.com](http://www.fishersci.com); [www.emdchemicals.com](http://www.emdchemicals.com); [ie.vwr.com](http://ie.vwr.com); [www.google.com/patents](http://www.google.com/patents); рекламные материалы фирм-производителей и фирм-продавцов; эксплуатационная документация к приборам. Сведения о ценах получены с сайтов фирм-продавцов, из письменных и устных сообщений сотрудников фирм-продавцов в июле 2011г..