

В.С.Камышников

**ТЕХНИКА
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ**

3-е издание,
переработанное и дополненное



Москва
«МЕДпресс-информ»
2013

УДК 612.08
ББК 51.1(2)
К18

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Рецензенты:

Е.М.Рахманько – доктор химических наук, профессор;

С.А.Мечковский – доктор химических наук, профессор;

С.В.Барановская, Д.А.Барцевич, Н.Н.Чеботаревич – сотрудники Гродненского государственного медицинского колледжа, преподаватели высшей квалификационной категории.

Камышников В.С.

К18 Техника лабораторных работ в медицинской практике / В.С.Камышников. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : МЕДпресс-информ, 2013. – 344 с. : ил. ISBN 978-5-98322-943-3

В книге приводятся сведения о современных требованиях к организации выполнения работ в клиничко-диагностической лаборатории, о лабораторной посуде и реагентах, их приготовлении, о технике взятия биологического материала на исследование. Представлена информация об используемых в медицинской практике технологиях лабораторного исследования (оптическом, иммуноферментном, молекулярно-биологическом и других видах анализа), о вспомогательном и аналитическом оборудовании для выполнения мануальных и автоматизированных биохимических, гематологических и общеклинических исследований.

Издание предназначено для специалистов службы клинической лабораторной диагностики со средним специальным и высшим образованием, а также студентов и преподавателей медицинских колледжей, училищ и вузов.

УДК 612.08
ББК 51.1(2)

ISBN 978-5-98322-943-3

© Камышников В.С., 2011, 2013

© Оформление, оригинал-макет.

Издательство «МЕДпресс-информ», 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. Клиническая лабораторная диагностика как медицинская и научная специальность (общие представления о предмете).....	7
---	---

Раздел 1

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Глава 1. Обязанности и роль среднего медицинского персонала в выполнении клинико-лабораторных исследований.	
Устройство и оборудование клинико-диагностической лаборатории	13
1.1. Обязанности сотрудников лаборатории со средним медицинским образованием	13
1.2. Структура подразделений клинико-диагностической лаборатории крупного лечебно-профилактического учреждения	16
1.3. Санитарно-гигиенические требования к клинико-диагностической лаборатории	16
1.4. Оборудование клинико-диагностической лаборатории	17
1.5. Техника безопасности при работе в лаборатории	19
1.6. Оказание помощи пострадавшим	28
1.7. Противопожарная безопасность	29
1.8. Основные принципы осуществления производственной деятельности сотрудников лаборатории. Лабораторная документация	31
1.9. Санитарно-эпидемиологический режим и требования к его выполнению в клинико-диагностической лаборатории лечебно-профилактического учреждения	35
1.10. Основные этапы клинико-лабораторного анализа	44
Глава 2. Лабораторная посуда, уход за ней, методы очистки. Вспомогательные принадлежности	45
2.1. Лабораторная посуда (общие сведения)	45
2.2. Лабораторная посуда из стекла и специальных полимерных материалов.....	46
2.3. Другие изделия для выполнения лабораторных работ.....	78
2.4. Изделия из металла	87
2.5. Хранение посуды	89
2.6. Мытье лабораторной посуды	90
2.7. Сушка стеклянной посуды	97
Глава 3. Химические реактивы и методы их дополнительной очистки	99
3.1. Химические реактивы, их хранение, правила использования.....	99
3.2. Методы очистки реактивов	103

Глава 4. Электронагревательные приборы	132
Глава 5. Весы и взвешивание	134
5.1. Весы для грубого взвешивания	135
5.2. Весы для точного взвешивания	136
5.3. Весы для очень точного взвешивания (аналитические).....	138
5.4. Полуавтоматические весы.....	142
5.5. Торсионные весы.....	143
5.6. Электронные весы.....	144
Глава 6. Растворы: приготовление, способы выражения концентрации, исправление	145
6.1. Точные растворы.....	150
6.2. Буферные растворы.....	155
Раздел 2	
ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАБОРАТОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	
Глава 7. Технологии выполнения весового, объемного и газового анализа	159
7.1. Весовой анализ.....	159
7.2. Объемный анализ.....	159
7.3. Газовый анализ.....	175
Глава 8. Оптические методы количественного анализа	176
8.1. Свет и его взаимодействие с веществом.....	177
8.2. Абсорбционная фотометрия.....	178
8.3. Оптические измерительные приборы	182
8.4. Нефелометрический (турбидиметрический) анализ: иммунотурбидиметрия, лазерная нефелометрия, агрегатометрия, коагулометрия.....	187
8.5. Эмиссионный спектральный анализ (флуориметрия, пламенная фотометрия, атомно-эмиссионная фотометрия, люминометрия)	190
Глава 9. Электрохимический анализ	194
9.1. Потенциометрия.....	195
9.2. Кондуктометрия	197
9.3. Вольтамперометрия и полярография	198
9.4. Амперометрическое титрование	200
Глава 10. Технологии фракционирования компонентов биологических жидкостей и тканей	201
10.1. Электрофорез	201
10.2. Хроматография.....	207
Глава 11. Сатурационный анализ: технология выполнения радионуклидных исследований	214
Глава 12. Иммуноферментный анализ	223
12.1. Техника лабораторного исследования.....	224

12.2. Отдельные представители современных автоматических устройств для выполнения иммуноферментных исследований	227
Глава 13. Иммунофлуоресцентный анализ и проточная цитофлуориметрия	231
13.1. Иммунофлуоресцентный анализ	231
13.2. Проточная цитофлуориметрия.....	233
13.3. Технологии электрохемилюминесцентных исследований.....	234
Глава 14. Молекулярно-биологический анализ на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР-технология)	235
Организация работ в клинико-диагностических лабораториях при проведении ПЦР-исследований.....	239
Глава 15. Оценка результатов и качества выполнения клинико-лабораторного исследования	241
15.1. Оценка результатов лабораторного исследования по оптической характеристике фотометрируемого раствора.....	241
15.2. Расчет результатов по формуле.....	248
15.3. Расчет результатов в условных единицах	249
15.4. Выбор светофильтра	249
15.5. Методология контроля качества лабораторных исследований.....	250
Глава 16. Обозначения размерностей показателей лабораторных тестов.....	254
Глава 17. Условия, правила и техника взятия биологического материала на исследование	257
17.1. Лабораторная часть преаналитического этапа (пробоподготовка)	257
17.2. Факторы, влияющие на результат (надежность) клинико-лабораторного исследования. Внелабораторные и лабораторные ошибки	259
17.3. Исследование крови. Общие правила	264
17.4. Современные технологии взятия крови на лабораторное исследование.....	272
17.5. Исследование мочи и кала. Общие правила	282

Раздел 3

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 18. Современные технологии и анализаторы для выполнения лабораторных исследований в полуавтоматическом и автоматическом режимах	287
18.1. Общая характеристика технологических принципов работы автоматических клинико-биохимических анализаторов	287
18.2. Классификация медицинских лабораторных анализаторов	292
18.3. Этапы лабораторного анализа и функциональное назначение отдельных блоков (модулей) жидкостных автоматических биохимических анализаторов.....	295

18.4. Отдельные модели современных автоматизированных устройств для выполнения клинико-биохимических исследований	296
Глава 19. Выполнение экстренных мануальных и автоматизированных клинических лабораторных исследований	301
Глава 20. Гематологические исследования с использованием автоматизированных устройств	307
20.1. Гематологические анализаторы, использующие в работе метод кондуктометрии	309
20.2. Гематологические анализаторы, использующие в работе метод проточной цитометрии.....	313
20.3. Гематологические анализаторы, использующие в работе метод проточной цитофлуориметрии	316
20.4. Механические и электронные счетчики форменных элементов крови.....	317
20.5. Автоматические анализаторы оценки системы гемостаза.....	318
Глава 21. Системы компьютерного анализа изображения клеток.....	320
Глава 22. Автоматизированное исследование мочи	321
Глава 23. Микроскоп и техника микроскопирования	323
23.1. Классификация микроскопов.....	323
23.2. Устройство микроскопа	327
23.3. Препараты для микроскопирования и их подготовка.....	330
23.4. Техника микроскопирования	332
23.5. Уход за микроскопом и его хранение	333
23.6. Отдельные модели микроскопов, используемых для выполнения клинико-лабораторных исследований.....	333
Приложение. Технологии определения основных физических констант ...	339
Заключение	341
Литература	343

ВВЕДЕНИЕ

КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА КАК МЕДИЦИНСКАЯ И НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ (ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРЕДМЕТЕ)

Клиническая лабораторная диагностика (КЛД) – это научная медицинская дисциплина, которая возникла на стыке точных наук (химии и физики) и медико-биологических специальностей (биологии и медицины). Вместе с тем, КЛД представляет собой специализированный вид оказания лечебно-профилактической помощи населению.

Стратегия и тактика клинико-лабораторной деятельности определяются национальной службой КЛД. Основная ее задача состоит в том, чтобы помочь лечащему врачу в постановке диагноза заболевания, лечении больных, осуществлении профилактических мероприятий.

Интерес к лабораторно-диагностическому исследованию биологических жидкостей человека появился у врачей еще до нашей эры. Так, указания на изучение свойств мочи обнаружены в древнеиндийских и древнекитайских трактатах, написанных в X–VI вв до н.э. Большим опытом и знаниями в области исследовании этой биологической жидкости человека обладали древние египтяне, греки, об этом писал в своих трактатах известнейший врач Абу Али ибн Сина (Авиценна). Однако предпосылки научной лабораторной диагностики в современном понимании этого термина можно обнаружить лишь в XV–XVI вв в трудах Кузанциса, Парацельса, Р.Бойля. Существенный вклад в формирование основ отдельных разделов КЛД в XVIII–XIX вв внесли М.В. Ломоносов, А.П. Лавуазье и другие ученые. Дальнейшему совершенствованию лабораторной диагностики способствовали изобретение микроскопа и колориметра, открытие строения клетки, труды выдающихся ученых А.П.Бородина, А.Я.Данилевского, И.А.Кассирского. Получили большое признание в среде практикующих врачей и руководства по клинической лабораторной диагностике, подготовленные российскими (С.Д. Балаховский, А.А. Покровский, И.И. Иванов, Ф.И. Комаров, И.М. Маркелов, В.В. Меньшиков, В.В. Долгов и др.) и белорусскими (М.Ф. Мережинский, Л.С. Черкасова, В.Г. Колб, Е.П. Иванов, А.А. Чиркин, В.С. Камышников) учеными.

Предметом КЛД является изучение закономерностей взаимосвязей между физиологическим и патологическим состоянием организма, с одной стороны, и изменением состава компонентов его клеток и биологических жидкостей – с другой; разработка методов объективного исследования клеточного и химического состава тканей, биологических жидкостей и использование сведений, полученных с помощью рекомендованных методов, для выявления отклонений от нормы; установление

диагноза, прогноза заболеваний, оценка эффективности проводимого лечения, контроль медикаментозной терапии и профилактики расстройств здоровья.

С течением времени предмет и содержание КЛД изменялись. На заре ее развития значительный объем клинико-лабораторных исследований составляли бактериологические и серологические методы, в дальнейшем стали преобладать морфологические методы анализа. В настоящее время от 2/3 до 3/4 всего объема выполняющихся в клинико-диагностических лабораториях исследований составляют общеклинические, гематологические и биохимические методы анализа; в настоящее время заметно увеличилось количество выполняемых цитологических (в том числе цитохимических) исследований.

КЛД включает в себя различные виды лабораторного анализа, в том числе биохимические, морфологические (цитологические) и микробиологические методы.

Поскольку лабораторные исследования применяются во всех областях медицины, КЛД тесно связана со многими другими клиническими дисциплинами: гематологией, трансфузиологией, нефрологией, кардиологией, гастроэнтерологией, инфекционными заболеваниями, эндокринологией и т.д.

Специалист в области клинической лабораторной гематологии должен хорошо знать морфологию клеток периферической крови, костного мозга, лимфатических узлов, уметь правильно читать гемограмму, лимфограмму, миелограмму, делать соответствующие заключения.

Клиническая цитология включает в себя группу методов морфологического исследования клеток крови и других биологических жидкостей (в том числе секретов и экскретов), клеточного материала тканевых пунктатов.

Как медицинская дисциплина КЛД включает в себя и клиническую биохимию. К КЛД относится прежде всего тот раздел клинической химии (биохимии), который охватывает исследование биологических жидкостей, отдельных клеток и клеточных структур с целью постановки диагноза заболевания, оценки прогноза, эффективности проводимого лечения.

Основными направлениями исследований в КЛД являются:

- изучение особенностей изменения состава биологических жидкостей и тканей, механизмов регуляции функций организма при отдельных заболеваниях (в том числе при их моделировании на животных);
- установление биохимических, гормональных, иммунологических, серологических, гематологических, коагулологических, цитологических и некоторых других критериев нормы и патологии для отдельных форм заболеваний;
- выявление на основе изучения обменных процессов в организме метаболических факторов риска, отражающих снижение устойчивости организма человека к неблагоприятным влияниям внешней, вну-

тренней среды, способствующих возникновению состояния предболезни; разработка способов предотвращения перехода предболезни в болезнь путем коррекции нарушенных обменных процессов в организме;

- усовершенствование и разработка новых методов клинико-лабораторного исследования, обладающих более высокой аналитической и диагностической чувствительностью, специфичностью, диагностической эффективностью, прогностической ценностью положительного и отрицательного результатов теста;
- дальнейшее совершенствование методологии и технологии осуществления контроля качества клинических лабораторных исследований.

Основными объектами клинико-лабораторного исследования являются: содержимое сосудов и полостей (кровь и ее морфологические элементы, плазма, сыворотка, цереброспинальная жидкость (ЦСЖ), трансудаты, экссудаты, внутрисуставная жидкость, содержимое желудочно-кишечного тракта), выделения человеческого организма (моча, кал, слюна, сперма, конденсат выдыхаемой влаги), ткань паренхиматозных органов, дериваты кожи (ногти, волосы) и др. В последние годы все большее внимание биохимиков привлекают эритроциты, которые принято рассматривать как своеобразный биопунктат тканей.

В КЛД нашли широкое применение современные методы химического, физико-химического и молекулярно-биологического исследования, основанные на использовании оптического, ионометрического, иммуноферментного, иммунофлуоресцентного, радиоиммунного, генетического, электрофоретического, хроматографического и других видов анализа, а также методы с использованием реагентов на твердофазных носителях, технологии автоматизированного выполнения биохимических, гематологических, иммунологических исследований. В большинстве больниц и поликлиник наряду с используемой в течение многих лет фотометрической аппаратурой применяется и более современная (автоматизированные фотометры), позволяющая в считанные минуты выполнять единичные лабораторные исследования, причем без использования агрессивных жидкостей (кислот, щелочей). В крупных клинико-диагностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений используются специальные приборы для выполнения лабораторных анализов в полностью автоматизированном режиме. Для осуществления срочных, экспресс-исследований у постели больного применяются специальные индикаторные (сухие) тест-полоски, при нанесении на которые капля крови или мочи пациента происходит характерное для заболевания изменение окраски индикаторной зоны.

Таким образом, используемые в настоящее время методы клинико-лабораторных исследований основываются на новейших достижениях не только в области химического, физико-химического и молекулярно-биологического анализа, но также информатики и инженерной техники.

Применение современных лабораторно-диагностических технологий создало объективные предпосылки и для **выполнения научных исследований в области лабораторной медицины, т.е. для подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации** (кандидатов и докторов наук) по специальности 14.00.46 (14.03.10) – клиническая лабораторная диагностика (медицинские и биологические науки).

Раздел 1

**ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ
ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
В КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ
ЛАБОРАТОРИИ**

Глава 1. ОБЯЗАННОСТИ И РОЛЬ СРЕДНЕГО МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА В ВЫПОЛНЕНИИ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ КЛИНИКО- ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Слово «лаборатория» происходит от латинского «laborare» (работать, обрабатывать). Роль клинико-диагностических лабораторий (КДЛ) в системе здравоохранения трудно переоценить, поскольку от качества проводимых исследований (биохимических, коагулологических, гематологических, гормональных, иммунохимических, общеклинических, гистологических и др.) во многом зависит правильность постановки диагноза.

Основными работниками в области лабораторной медицины являются врачи лабораторной диагностики и их надежные помощники – сотрудники КДЛ со средним специальным образованием.

1.1. Обязанности сотрудников лаборатории со средним медицинским образованием

К работникам КДЛ со средним медицинским образованием относятся медицинские технологи, медицинские лабораторные техники и лаборанты (в России), а также фельдшеры-лаборанты и лаборанты (в Белоруссии). В соответствии с существующими положениями все они (далее именуемые в тексте учебника лаборантами) должны уметь выполнять под руководством специалистов КДЛ с высшим образованием (врача клинической лабораторной диагностики и биолога КДЛ в России и врача лабораторной диагностики – в Белоруссии) различные виды лабораторных исследований, в том числе биохимические, гематологические, коагулологические, общеклинические, серологические, бактериологические, гистологические,

молекулярно-биологические, генетические и др. Для этого, в первую очередь, нужно научиться правильно оборудовать и организовывать свое рабочее место и изучить правила техники безопасности при работе в лаборатории.

Каждому специалисту, начинающему свою работу в лаборатории, необходимо овладеть такими техническими приемами, как взвешивание на весах разных видов, приготовление растворов реактивов, фильтрование, центрифугирование, мытье стеклянной посуды, выполнение исследований на фотометрических устройствах, микрофотографирование, стерилизация инструментов. Знание приемов лабораторных работ, а также требований, предъявляемых к анализируемому объекту, существенно помогает в освоении новейших методов лабораторных исследований.

Лаборант должен уметь правильно подготовить больного к взятию биологического материала (крови, мочи, желудочного сока и др.) и знать требования по его дальнейшему использованию. Полученный биоматериал следует поместить в чистую, а при необходимости – стерильную посуду и сопроводить специальным бланком с указанием фамилии, инициалов, возраста (обязательно для ребенка), диагноза пациента, отделения, палаты того лечебного учреждения, где он находится на лечении, вида биологического материала и исследования, на которое он направляется. От лаборанта также требуется умение организовать работу младшего медицинского персонала КДЛ, правильно осуществлять прием, маркировку и регистрацию поступившего в лабораторию биоматериала, его хранение. Важно не загромождать рабочее место излишней лабораторной посудой и инструментарием, на столах должно быть только самое необходимое.

Средний медицинский персонал должен хорошо владеть техникой взятия крови из пальца, вены, получения мазков из зева или половых органов. В случае выполнения более сложных манипуляций с участием врача (веносекция, спинномозговая пункция, взятие пунктатов из полостей) лаборант должен уметь продезинфицировать кожу, правильно подготовить необходимый инструментарий.

На лаборанта возлагаются также обязанности осуществлять регистрацию проведенных исследований (с использованием персонального компьютера), ведение учетно-отчетной документации (регистрация, записи в журналах и бланках результатов анализа, составление заявок на реактивы, учет своей работы, составление отчетов и т.д.). Он должен обладать навыками использования методов статистической обработки результатов исследований, в том числе применительно к внутри- и межлабораторным методам контроля качества. Лаборант должен хорошо владеть навыками построения калибровочных графиков, основами работы с компьютером.

Важным в деятельности лаборанта являются осуществление контроля качества клинических лабораторных исследований и обеспечение мероприятий по повышению их надежности. Для этого требуется его способность на основании анализа статистических показателей установить причины погрешностей (преаналитические и аналитические).

В обязанности лаборанта входят участие в разработке и внедрении новых методов лабораторного анализа, а также умение на основании полученных результатов дать качественную и количественную оценку объекта исследования, дифференцировать нормальные и патологические показатели лабораторных тестов и по результатам анализов выявлять типичные признаки патологических процессов в органах и тканях.

Он должен уметь правильно готовить, фиксировать и окрашивать препараты для исследования клеточных элементов, отбирать материал для микроскопического исследования, владеть техникой световой, поляризационной, фазово-контрастной и флуоресцентной микроскопии.

От овладения техникой лабораторных работ зависит качество выполнения лабораторного анализа. Так, плохо вымытая лабораторная посуда, неправильное отмеривание объемов реагентов, неточное приготовление титрованных растворов, неумелое пользование приборами, применение некалиброванных пипеток и бюреток, неправильное взятие биологического материала для исследования могут служить причиной лабораторных и внелабораторных ошибок определения. Особое внимание следует уделять подготовке к эксплуатации необходимых приборов, посуды, инвентаря, реактивов.

Лаборант обязан бережно относиться к оборудованию, экономно расходовать реактивы, соблюдать правила техники безопасности при работе с приборами и реагентами, особенно при использовании агрессивных жидкостей (концентрированных растворов кислот, щелочей и др.), правильно вести документацию, в том числе отчетную.

Каждый специалист лаборатории со средним медицинским образованием обязан иметь свой рабочий журнал, куда он записывает результаты выполненных анализов, а также все потребовавшиеся для их получения расчеты. В дальнейшем результаты исследования заносятся заведующим лабораторией или другим ответственным лицом в общий лабораторный журнал.

В распоряжении работающего в лаборатории должны быть халаты, налокотники, перчатки, прорезиненный или полиэтиленовый фартук, защитные очки (при работе с кислотами и щелочами).

Лаборант обязан всегда соблюдать правила техники безопасности, в частности, остерегаться ожогов кислотами или щелочами, производить под тягой работы с легко воспламеняющимися или летучими веществами. Поскольку исследуемый материал может быть заразным, при работе с ним следует быть особенно внимательным и осторожным. После работы с инфицированным материалом необходимо тотчас обеззаразить его, а также всю посуду, бывшую в употреблении. Обеззараживание биологического материала производится с помощью различных химических средств (дезинфицирующих растворов, в том числе приготовленных в лаборатории), а также нагреванием (пастеризацией, стерилизацией в автоклаве, сушильных шкафах и т.д.). При работе с радиоактивными веществами следует соблюдать специальные меры предосторожности. Лаборант должен при-

нимать меры к предотвращению ситуаций, связанных с нарушением техники безопасности, и уметь оказывать первую помощь при несчастных случаях.

В обязанности лаборанта входит выполнение поручений заведующего КДЛ по материально-техническому обеспечению лаборатории.

1.2. Структура подразделений клинико-диагностической лаборатории крупного лечебно-профилактического учреждения

Устройство, состав помещений и площади КДЛ определяются соответствующими строительными нормами и правилами. Основными подразделениями лабораторий являются производственные помещения, в которых размещаются функциональные подразделения для выполнения клинико-биохимических, гематологических, общеклинических, цитологических, бактериологических, серологических и некоторых других видов исследования.

В структуре лабораторий должны быть кабинеты заведующего лабораторией, врачей лабораторной диагностики (специалистов КДЛ с высшим образованием), лаборантские, помещения для приема и регистрации биологического материала от больных стационара и пациентов поликлиник, моечная. Целесообразно иметь отдельные комнаты для размещения весов, центрифуг, фотометрической аппаратуры, автоклавов, отдельные кабинеты для освоения новых методик, взятия проб крови, желудочного сока, дуоденального содержимого, материальную комнату для хранения расходных материалов, реактивов и др., комнату для приема пищи, помещения для хранения грязного белья и инвентаря для уборки помещений, душевую, регистрацию и комнату ожидания.

1.3. Санитарно-гигиенические требования к клинико-диагностической лаборатории

Все помещения КДЛ должны быть просторными и светлыми; предпочтительно размещать их в зданиях, которые имеют прочный фундамент, предохраняющий строение от вибрации, так как это может в значительной мере отразиться на работе точных приборов (в том числе аналитических весов). Лаборатория должна иметь два входа: служебный и для посетителей.

Следует стремиться к тому, чтобы рабочее место освещалось сбоку, желательно с левой стороны (освещенность его в дневное и ночное время должна быть не ниже 60 лк). Для искусственного освещения рабочего места можно использовать скрытые лампы дневного света, расположенные впереди работающего.

Каждому лаборанту отводится стол длиной не менее 1,5 м при ширине от 60 до 90 см.

Стены и потолок должны быть гладкими, что позволяет легко очистить их от пыли, провести влажную уборку помещений. При необходимости периодического обеззараживания поверхности стен производят их облицовку глазурованной плиткой на высоту 1,6 м. В местах установки оборудования, вызывающего увлажнение стен, облицовка стен осуществляется на высоту 1,6 м и ширину, равную ширине приборов и оборудования плюс 15 см с каждой стороны. Остальную площадь стен желательнo наполовину высоты окрасить масляной краской (чтобы их можно было мыть). Лабораторная мебель должна быть светлого цвета, лабораторные столы рекомендуется покрывать кислотоупорным пластиком. Полы в лабораторных помещениях покрываются линолеумом или ренолином. Все это делает возможной частую влажную уборку в помещениях лаборатории.

Для проведения работ с газовыми, летучими и ядовитыми веществами в лаборатории должны быть установлены шкафы с приточно-вытяжной вентиляцией. Скорость движения воздуха в полностью открытых створках вытяжного шкафа должна быть 0,3 м/с (при работе с ртутью – 0,4 м/с, сероводородом – 0,7 м/с).

Водопроводные раковины следует устраивать с подводкой холодной и горячей воды.

Особое внимание следует уделять правильному хранению и применению агрессивных жидкостей и токсичных веществ. Ядовитые средства должны храниться в металлических шкафах или сейфах, закрытых на ключ и опломбированных, в отдельной комнате, оборудованной водопроводом, канализацией, вентиляцией и вытяжным шкафом. На окнах комнаты, где хранятся ядовитые средства, устанавливаются железные решетки; двери обиваются железом. В лабораториях с небольшим объемом работы металлический шкаф (сейф) с ядовитыми средствами, а также вытяжной шкаф для работы с ними могут находиться в материальной комнате.

В распоряжении сотрудников лаборатории должны быть описания рекомендованных к использованию в КДЛ методов исследования, необходимые справочники, пособия или учебные руководства для получения достаточного объема информации по ходу выполнения работы.

1.4. Оборудование клиничко-диагностической лаборатории

Современные КДЛ лечебно-профилактических учреждений должны располагать широким спектром оборудования общего и специального назначения, в том числе лабораторными столами (покрытыми линолеумом или кислотоупорным пластиком), вытяжными шкафами, центрифугами, термостатами, сушильными шкафами, аналитическими и другими весами, шкафами для хранения реактивов, холодильниками (рефрижерато-

рами), аппаратами для получения дистиллированной или деминерализованной (деионизированной) воды, автоматизированными фотометрами, спектрофотометрами, автоанализаторами (в том числе биохимическими, гематологическими, иммунохимическими), установкой для электрофореза и др.

Рекомендуемый перечень оснащения оборудованием и инструментарием лаборатории врачебной амбулатории, сельской участковой больницы, амбулаторных лечебно-профилактических учреждений (отдельно с числом посещений в смену менее 500, 500–750, свыше 750), стационарных лечебно-профилактических учреждений (отдельно с коечным фондом менее 400, 400–600, свыше 600), диагностических центров приводится, в частности, в Приложении к Приказу Министерства здравоохранения Республики Беларусь №315 «Об утверждении примерного табеля оснащения клиничко-диагностических лабораторий лечебно-профилактических учреждений приборами, оборудованием и медицинским инструментарием» от 6 октября 1999 г.

В соответствии с этим приказом врачебная амбулатория должна быть оснащена: баней водяной, весами техническими с точностью взвешивания до 0,01 г, гемоглобинометром фотометрическим, глюкометром портативным, дистиллятором или установкой для получения деионизированной воды, ионометром, калькулятором, камерой Горяева (6 шт.), капельницей, капиллярами для определения СОЭ (по потребности), комплектом-укладкой для взятия проб на дому (2 шт.), комплектом устройств для пробоподготовки в копрологии, копьём-скарификатором (по потребности), коробкой стерилизационной круглой (4 шт.), лупой офтальмологической ручной, мешалкой магнитной, микроскопом биологическим бинокулярным с иммерсией (2 шт.), набором ареометров для определения плотности жидкостей, наконечниками к полуавтоматическим дозаторам (по потребности), одноканальным автоматическим биохимическим фотометром с термостабируемым кюветным отделением, пинцетом анатомическим (2 шт.), пинцетом хирургическим (4 шт.), полуавтоматическим дозатором (пипеткой) с переменным объемом 5–50 мкл (2 шт.), 50–200 мкл (2 шт.), 200–1000 мкл (2 шт.), до 5000 мкл (2 шт.); посудой лабораторной (по потребности), пробирками (по потребности), прибором для определения СОЭ (2 шт.), скальпелем остроконечным, секундомером (2 шт.), счетчиком-калькулятором для подсчета форменных элементов крови (2 шт.), термостатом водяным, термостатом суховоздушным, урометром (2 шт.), установкой для ультразвуковой мойки, устройством для окраски мазков, центрифугой лабораторной, часами сигнальными (таймером), холодильником бытовым, шкафом вытяжным, шкафом сушильно-стерилизационным, шпателями (по потребности), штативом для кипячения пробирок, штативами полиэтиленовыми для пробирок (по потребности). Могут быть также использованы: анализатор билирубина фотометрический, анализатор состава мочи на основе методов сухой химии (полуавтоматический), экспресс-гематологический анализатор.

1.5. Техника безопасности при работе в лаборатории

Техника безопасности – раздел охраны труда, обеспечивающий использование безопасных приемов и методов работы, правильную организацию рабочего места, внедрение в практику средств защиты от опасных производственных факторов. Допущенная в работе небрежность может не только исказить результаты выполненных анализов, но и явиться причиной возникновения несчастных случаев и травм (ожогов, отравлений, заражений и др.). Поэтому овладение элементами техники лабораторных работ представляет собой задачу первостепенной важности.

1.5.1. Основные правила техники безопасности при работе в химической лаборатории

Необходимо проветривать помещение каждый раз перед началом работы.

В помещении лаборатории запрещается:

- оставлять без присмотра включенные электронагревательные приборы и зажженные горелки, держать вблизи них вату, марлю, спирт и другие легко воспламеняющиеся вещества;
- проводить работы, связанные с перегонкой, экстрагированием, растиранием вредных веществ и т.д. при неисправной вентиляции;
- наклоняться над сосудом, в котором кипит какая-либо жидкость;
- хранить запасы ядовитых, сильнодействующих, взрывоопасных веществ и растворов на столах и стеллажах;
- хранить и применять реактивы без этикеток;
- содержать в рабочих помещениях какие-либо вещества неизвестного происхождения;
- работать без установленной специальной санитарной одежды и защитных приспособлений;
- хранить и принимать пищу в комнате, где работают с ядовитыми веществами и кислотами.

На рабочем месте разрешается иметь минимальное количество огнеопасных веществ, достаточное для выполнения необходимых операций.

Каждый сотрудник лаборатории должен иметь халат, а также фартук или передник из полиэтилена (поливинилхлорида).

Все работы с агрессивными, токсичными, огнеопасными веществами следует проводить только в работающем вытяжном шкафу.

Нагревая жидкость, следует держать пробирку так, чтобы ее отверстие было направлено в сторону, противоположную от работника и его коллег.

Ведя перегонку жидкости, все время необходимо следить за аппаратом для дистилляции и нормальной работой холодильника. Нельзя оставлять прибор без наблюдения даже на короткое время.

При перерыве подачи воды необходимо перекрыть краны (особое внимание уделить тем, из которых вода поступает в приборы по резиновым трубкам), а при прекращении подачи электрического тока – выключить все электроприборы.

Уходя из лаборатории в конце рабочего дня, следует убедиться в том, что все краны (газовые, водопроводные и др.) закрыты; все моторы и электронагревательные приборы выключены; дверцы вытяжных шкафов опущены; стол чист и убран; все дорогостоящие приборы закрыты или убраны; никаких огнеопасных веществ на столах нет. Необходимо проверить, на месте ли противопожарные средства, выключить свет и только тогда закрыть лабораторию.

1.5.2. Хранение реактивов

При хранении реактивов необходимо придерживаться следующих правил:

1. На каждую банку или другой сосуд, в котором находится реактив, нужно наклеить этикетку, где будут указаны название вещества и его концентрация.
2. Концентрированные растворы кислот должны храниться в специальных бутылках (склянках) с притертой пробкой, поверх которых необходимо надевать стеклянный притертый колпачок.
3. Щелочи следует хранить в широкогорлых банках оранжевого стекла, закрытых корковыми или полиэтиленовыми пробками, залитыми слоем парафина.
4. Посуда для хранения ядовитых веществ, щелочей и кислот должна иметь четкие надписи (чернилами по стеклу или др.).
5. Биксы, банки, бутылки с летучими веществами необходимо открывать только в момент непосредственного пользования ими.
6. Горючие и взрывоопасные вещества должны содержаться в толстостенных емкостях (банках).
7. Емкости с горючими и взрывоопасными жидкостями должны храниться в железных ящиках, выложенных асбестом (*внимание*: асбест является канцерогенным веществом). Место, где находится ящик, должно быть удалено от выделяющих тепло поверхностей и приборов. Следует обеспечить удобный подход к ящику.
8. Реактивы должны быть хорошо закупорены. В случае надобности пробки парафинируют.
9. При закупоривании реактивов пробками следует учитывать свойства реактивов. Так, резиновые пробки сильно набухают под действием некоторых химических веществ, например, спирта, бензола, ацетона, эфира. Под влиянием галогенов (брома, йода) резиновые пробки становятся хрупкими, теряют эластичность. Такие реагенты лучше закупоривать стеклянными притертыми пробками. Растворы щелочи, наоборот, нельзя закупоривать стеклянными пробками, так как в промежутке между внутренней поверхностью горла склянки и наружной пробки возникает слой раствора щелочи, в котором образуются карбонаты, плотно заклинивающие пробку.
10. Если реактив чувствителен к действию света (например, бромистое серебро, азотнокислое серебро, перекись водорода, гипосульфит и др.), его хранят в банках из оранжевого стекла. Банку из светлого стекла

можно завернуть в темную бумагу и поставить в шкаф, непроницаемый для света.

11. Многие вещества при их смешивании могут давать самовоспламеняющиеся, взрывоопасные, ядовитые и другие продукты. Поэтому категорически запрещается хранение легковоспламеняющихся огне- и взрывоопасных веществ с кислотами и щелочами.
12. Легко воспламеняющиеся жидкости (например, ацетон, бензол, бензин, ксилол, нефть, сероуглерод, скипидар, спирты, этилацетат, диэтиловый и петролейный эфиры, дихлорэтан) нельзя хранить вместе с:
 - бромом, перманганатом калия, серной и азотной кислотами;
 - хлоратами и селитрами;
 - карбидом кальция, фосфористым кальцием и натрием; промасленными волокнистыми материалами;
 - сжатыми и сжиженными газами;
 - мышьяковистыми препаратами, ртутными солями, хлором.
13. Легковоспламеняющиеся взрывчатые вещества, а также сильные окислители (перекись водорода, хлорную кислоту) следует хранить в ограниченных количествах в местах, защищенных от пыли, влаги и света.
14. В хранилище кислот надлежит иметь достаточные количества нейтрализующих веществ (содовые и известковые растворы) для «гашения» пролитых кислот.

1.5.3. Хранение ядовитых веществ и правила работы с ними

При хранении ядовитых веществ необходимо придерживаться следующих правил:

1. Ядовитые средства хранятся в отдельной комнате в металлических шкафах или сейфах, запертых на ключ и опломбированных. Комната должна быть оборудована водопроводом, канализацией, вентиляцией и вытяжным шкафом. На окнах комнаты, где содержатся ядовитые средства, оборудуются железные решетки, двери должны быть обиты железом (при необходимости устраивается сигнализация). В лабораториях с небольшим объемом работы допускается нахождение металлического шкафа или сейфа с ядовитыми средствами и вытяжного шкафа для работы с ними в материальной комнате.
2. В аудиториях, где производятся занятия с учащимися, хранение ядовитых средств после окончания учебных занятий не разрешается.
3. Ядовитые средства подлежат предметно-количественному учету в отдельных книгах, пронумерованных, прошнурованных и скрепленных печатью и подписью руководителя.
4. На каждую упаковку, содержащую ядовитые средства, должны наклеиваться этикетки:
 - с обозначением наименования ядовитого средства;
 - с изображением перекрещенных костей и черепа с надписями: «Яд» и «Обращаться с осторожностью».

5. Расфасовка, измельчение, отвешивание и отмеривание ядовитых и сильнодействующих средств должны проводиться в вытяжных шкафах с помощью специально выделенных для этой цели приборов и посуды (весы, воронки, ступки, цилиндры и т.д.).
6. Нагревание ядовитых веществ проводится только в круглодонных колбах. Нагревать колбы на открытом огне запрещается.
7. Работу с ядовитыми веществами следует проводить только в резиновых перчатках, защитных очках, при необходимости – в противогазе.
8. После окончания работы следует тщательно вымыть руки, а в отдельных случаях – почистить зубы и прополоскать рот.

Следует иметь в виду, что некоторые из органических веществ относятся к числу одурманивающих. Среди них встречаются летучие и нелетучие соединения. К летучим относятся углеводороды (пентан, гексан, гептан, октан, изооктан, петролейный эфир, бензин, циклопропан, циклопентан, циклогексан, бензол, толуол), спирты (метанол, этанол, н-пропанол, изопропанол, изобутанол, н-бутанол, н-пентанол, изоамиловый спирт), кетоны (ацетон, циклогексанон), эфиры (диэтиловый, этилацетат, бутилацетат), галогеноводороды (дихлорметан, хлороформ, дихлорэтан); к нелетучим – кислоты (производные барбитуровой кислоты: барбитал, фенобарбитал, гексенал), нейтральные вещества (хлоралгидрат), амфотерные соединения и слабые основания (хлордиазопексид, феназепам), основания (морфин, кодеин, атропин, кокаин, папаверин, аминазин, дифрил и др.).

1.5.4. Обращение с химическими реактивами

При обращении с реактивами необходимо придерживаться следующих правил:

1. Не следует применять в работе вещества, состав которых неизвестен, так как в таком случае нельзя заранее определить, будут ли в ходе реакции образовываться опасные продукты (горючие, ядовитые или взрывчатые).
2. Нельзя пробовать на вкус или вдыхать никаких веществ, так как они могут оказаться ядовитыми.
3. При работе с новыми веществами нужно тщательно выяснить все возможные виды опасностей и заблаговременно принять меры к их предотвращению – использовать защитные очки, щитки и другие приспособления. Первые исследования нужно проводить с минимальными количествами вещества.
4. При использовании веществ, обладающих повреждающим действием на кожу (кислоты, щелочи, окислители, перекиси и др.) или способных проникать в организм через кожу, необходимо применять резиновые перчатки. При этом нужно следить, чтобы ядовитое вещество не попало на руки, лицо, одежду.
5. При дроблении едких щелочей следует покрывать голову косынкой или головным убором, так как кусочки щелочи, попавшие на волосы, вызывают ожог и разрушают их.

6. Смешивая концентрированные кислоты с водой, нужно добавлять кислоту к воде, а не наоборот! Во время добавления кислоты нужно сильно перемешивать жидкость!
7. Следует соблюдать осторожность при работе с легко воспламеняющимися веществами (ацетон, эфир, бензол, спирт и др.), остерегаться вспышки или взрыва! Следует иметь в лаборатории как можно меньше легко воспламеняющихся веществ!
8. Работа с легко воспламеняющимися жидкостями и горючими веществами должна проводиться в вытяжном шкафу с частично опущенными дверцами и при действующей вентиляции. Газовые горелки нужно выключить.
9. Перегонять и нагревать вещества с низкой температурой кипения (ацетон, эфир, спирты и т.д.) следует только в круглодонных колбах, изготовленных из тугоплавкого стекла, либо с использованием бань, заполненных соответствующими теплоносителями (водой или маслом в зависимости от температуры кипения вещества). Запрещается опускать колбу с легковоспламеняющейся жидкостью в горячую воду без предварительного постепенного подогрева колбы.
10. Во избежание «переброса» перегоняемой жидкости в нагреваемую колбу помещают стеклянные капилляры или кусочки прокипяченной и высушенной пемзы.
11. Перед перегонкой горючих веществ заполняют холодной водой холодильник. Лишь после того как ток воды установится, включают нагревательный прибор. Колбу приемника помещают на противень с песком.
12. При загрязнении сильнодействующими и ядовитыми веществами спецодежды и полотенец их следует немедленно сменить на чистые, а грязные передать младшему медицинскому персоналу для нейтрализации и стирки.
13. Просыпав или пролив ядовитые вещества и кислоты, следует немедленно полностью собрать их и вымыть стол, пол, другие поверхности, на которые они попали!
14. Жидкие ядовитые вещества и кислоты недопустимо набирать в пипетку ртом. С этой целью следует использовать сифон или специальную пипетку.
15. Прежде чем вылить ядовитое вещество в раковину, его необходимо обезвредить.
16. Работа со ртутью, необходимо поместить приборы на широкий противень, а случайно разлившуюся ртуть немедленно полностью собрать и обезвредить. Сбор ртути производить только посредством пипетки с резиновой грушей, а мелкие капли, оставшиеся в щелях и других труднодоступных местах, – при помощи амальгированной пластинки! Загрязненное ртутью место обезвреживают химическим способом, промывая 20% раствором хлорида трехвалентного железа, засыпая порошком серы или пользуясь другим демеркуризатором.

Внимание: Оставшиеся капли ртути испаряются, длительно отравляя воздух лаборатории.

17. Открывание сосудов с концентрированными кислотами и щелочами и приготовление растворов из них разрешаются только в вытяжном шкафу с включенной вентиляцией.
18. Щелочи следует брать из банки шпателями.
19. При приготовлении растворов щелочей определенную навеску вещества опускают в большой сосуд с широким горлом, заливают необходимым количеством воды и тщательно перемешивают. Большие куски сухого реагента разбивают на мелкие в специально отведенном месте. При этом щелочь накрывают холстом (или другими материалами), волосы покрывают косынкой или специальным головным убором, так как кусочки щелочи, попав на волосы, разрушают их.
20. При пролипании неядовитых реактивов достаточно вытереть поверхность стола тряпкой, держа ее резиновыми перчатками, после чего хорошо прополоскать тряпку, вымыть стол и перчатки.
21. Если пролит раствор щелочи, то его надо засыпать песком или опилками, затем удалить песок или опилки и залить это место сильно разбавленной соляной или уксусной кислотой, после этого удалить кислоту тряпкой, вымыть стол и перчатки.
22. Если пролит раствор кислоты, то его надо засыпать песком (опилками засыпать нельзя), затем удалить пропитанный песок и засыпать это место содой, затем соду также удалить и промыть поверхность большим количеством воды.
23. Растворы для нейтрализации концентрированных кислот и щелочей должны находиться на стеллаже (полке) в течение всего рабочего времени.
24. Будьте осторожны при переноске кислот и других опасных жидкостей в бутылках! Проверяйте исправность тары и бутылей, прежде чем нести бутылку! При наличии в бутылке трещин производите разлив, не вынимая бутылки из корзины! При переливании опасных жидкостей пользуйтесь специальными сифонами; надевайте предохранительные очки, резиновые перчатки и передник! Бутылки с кислотами, щелочами и другими едкими веществами следует переносить вдвоем в специальных ящиках или корзинах или перевозить на специальной тележке. Совершенно недопустим перенос едких жидкостей и кислот в открытых сосудах по лестницам!

1.5.5. Работа с приборами

При работе с приборами необходимо придерживаться следующих правил:

1. При эксплуатации приборов и другого оборудования необходимо строго руководствоваться правилами (инструкциями), изложенными в технических паспортах, прилагаемых к приборам и оборудованию заводом-изготовителем. Возле каждого прибора должна находиться инструкция по эксплуатации.

2. Металлические корпуса всех электроприборов и электродвигателей (автоклавов, центрифуги, муфельные печи, сушильные шкафы и т.д.) должны быть обязательно заземлены.
3. Следует регулярно проверять исправность электроприборов и электрооборудования. Использование неисправных электроприборов и электрооборудования запрещается.
4. Оценка состояния электронагревательных приборов начинается с изучения состояния подводящего электроэнергию шнура, который должен иметь хорошую изоляцию.
5. В целях электробезопасности следует пользоваться электроплитками с закрытой спиралью.
6. При эксплуатации центрифуг необходимо соблюдать правила строгого попарного уравнивания при загрузке их роторов стаканами или пробирками; перед включением центрифуги в электрическую сеть нужно проверить, хорошо ли привинчена крышка к корпусу; при включении центрифуги следует плавно (постепенно) увеличивать угловую скорость вращения ротора. После отключения надо дать возможность ротору остановиться, тормозить рукой запрещается; после работы центрифугу нужно осмотреть и протереть.
7. При эксплуатации термостата запрещается ставить в него легко воспламеняющиеся вещества; чистку термостата следует проводить только после отключения от сети.
8. Холодильники (рефрижераторы) нельзя устанавливать и перемещать в другие помещения без участия специалиста.
9. Электроплиты, муфельные печи и другие нагревательные приборы должны устанавливаться на подставке из асбеста или другого теплоизолирующего материала. Нельзя допускать попадания на них кислот, щелочей, растворов солей и т.д.

1.5.6. Обращение с лабораторным стеклом и мытье посуды

При обращении с лабораторным стеклом и мытье посуды необходимо придерживаться следующих правил:

1. Требуется постоянно соблюдать меры предосторожности при работе со стеклом (резание стеклянных трубок и другие манипуляции). Следует избегать поломки стеклянных трубок и других частей стеклянных приборов при их сборке во избежание ранений (порезов).
2. При работе с вакуум-насосом стеклянную посуду, находящуюся в условиях разряженного воздуха, нужно накрывать полотенцем, чтобы избежать разлета осколков стекла в случае взрыва.
3. Если в стеклянной посуде (колбах, мензурках, пробирках) производится кипячение растворов, нельзя закрывать стеклянные изделия пробкой до полного остывания раствора.
4. При мытье посуды необходимо соблюдать такие же меры безопасности, как при работе с кислотами и щелочами.

5. При обработке стеклянной посуды хромовой смесью ее необходимо промыть водой во избежание взрыва и выбрасывания! При мытье пипеток хромовую смесь в них набирают при помощи резиновой груши.
6. В некоторых случаях посуду можно мыть одними только концентрированными кислотами или щелочами, которые легко отмывают жирные или смолистые загрязнения.
7. После мытья посуду необходимо прополоскать большим количеством воды, так как моющие растворы при смешивании могут образовывать опасные соединения.
8. Лабораторную посуду, содержащую растворы едких веществ, во избежание ожогов пальцев рук следует мыть в резиновых перчатках.

1.5.7. Спецодежда и требования к ней

Средствами индивидуальной защиты при работе в лабораториях химического профиля являются халаты (из плотной белой или черной ткани), косынки или шапочки, прорезиненный или полиэтиленовый фартук, резиновые перчатки, защитные очки, противогаз.

Прорезиненный или полиэтиленовый фартук, резиновые перчатки, защитные очки (должны плотно прилегать к лицу) необходимы при работе с едкими веществами.

Каждый работающий в лаборатории должен иметь два полотенца, одно из которых предназначено для постоянного пользования и находится всегда под рукой, другое – исключительно для чистых работ.

1.5.8. Работа с инфицированным материалом

Содержащие инфицированный биологический материал банки и пробирки обтирают дезинфицирующим раствором и ставят на металлические подносы, кюветы или в штативы.

Перед проведением бактериологических исследований следует тщательно проверить целостность стеклянной посуды, проходимость игл и поршней у шприцев. Запрещается прикасаться руками к исследуемому материалу и конденсату воды в засеянных чашках. Работу с инфицированным материалом нужно проводить с помощью инструментов (пинцетов, игл, петлей, корнцангов и т.д.).

В процессе проведения исследований необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

1. Посев в пробирки и чашки Петри проводить только около горячей горелки с обжиганием петли, шпателя и краев пробирки.
2. Не допускать переливания инфицированных жидкостей из одной емкости в другую через край сосуда.
3. Осуществляя посев биологического материала, в обязательном порядке делать надписи на пробирках, чашках, колбах и прочей посуде с указанием названия материала, номера анализа и даты посева.
4. Не проводить другие виды работ в комнате, предназначенной для обработки и посева инфицированного материала.

5. После окончания работ использованные предметные стекла, пипетки, шпатели погружают на одни сутки в банки с дезинфицирующим раствором, затем моют и кипятят.
6. Посуду с использованными питательными средами, калом, мочой и другими материалами, взятыми от инфекционных больных, собирают в баки и обеззараживают автоклавированием, обработкой дезинфицирующим раствором или кипячением. Не следует оставлять на столах инфицированные мазки, чашки Петри, пробирки и другую посуду с инфицированным материалом.
7. По окончании работ и при перерыве в работе поверхность рабочих столов необходимо обработать дезинфицирующим раствором, руки обмыть дезинфицирующим раствором, а затем – теплой водой с мылом.
8. При уборке помещения в конце рабочего дня полы моют с применением дезинфицирующего раствора; стены, двери, полки, подоконники, окна, наружную поверхность лабораторной мебели протирают дезинфицирующим раствором. Все дезинфекционные работы персонал лаборатории должен проводить в резиновых перчатках.
9. Правила техники безопасности при работе с биологическим материалом состоят в использовании отдельной, а также специальной посуды, подвергаемой стерилизации.
10. Новую стеклянную посуду, предназначенную для бактериологических исследований, ополаскивают водой, затем кипятят в течение одного часа в 1–2% растворе хлористоводородной (соляной) кислоты во избежание выщелачивания стекла и растрескивания, промывают в содовом растворе (в сочетании с механической обработкой ершиком), ополаскивают проточной и дистиллированной водой. В полностью высушенные колбы и пробирки вставляют ватные пробки, которые готовят из простой необезжиренной или гигроскопической ваты. Сначала берут кусочек ваты соответственно размеру горлышка и, положив на стол, придают ему форму четырехугольной пластинки. Затем все четыре края ее загибают внутрь, чтобы получилась ленточка, ширина которой равнялась бы длине пробки. Из этой ленточки скатывают валик, по диаметру несколько меньший, чем отверстие пробирки. Этот валик несколько раз прокатывают между ладонями рук, после чего надевают на него ватный колпачок и вдвигают полученную пробку в горлышко колбы или пробирки. Края колпачка заворачивают наружу. Пробка считается хорошо приготовленной, если при вынимании ее из горлышка слышен слабый цокающий звук. Пробка должна выступать над краем на 1/3 своей длины. Пробирки затыкают комочком ваты, притом не очень плотно.
11. Посев исследуемого материала на питательные среды производится с помощью петель, стеклянных шпателей и пипеток. В бактериологической лаборатории для выращивания микробов используют питательные среды, искусственно созданные субстраты различного со-

става, на которых могут размножаться микроорганизмы. Весь процесс посева на питательные среды должен проводиться в стерильных условиях, поэтому лучше производить его в специально приспособленных боксах – помещениях, отгороженных от общей лабораторной комнаты. Посев в пробирку производят над пламенем горелки. Сначала обжигают быстрым движением верхнюю часть пробирки и пробку. Затем, открыв пробирку и держа в правой руке пробку, заранее обожженной петлей быстро берут исследуемый материал и вносят его в пробирку со средой, после чего пробку и отверстие пробирки вновь обжигают и плотно закрывают пробкой.

12. Для приготовления препаратов из выращенных на питательных средах культур микроорганизмов необходимо иметь предметные стекла, склянки для красителей, чашку для окрашивания препаратов и пр.

1.6. Оказание помощи пострадавшим

На случай необходимости оказания первой помощи в лаборатории всегда должны быть: бинты, гигроскопическая вата, 3% раствор йода, 2% раствор борной кислоты, 5% раствор уксусной кислоты, 35% раствор двууглекислого натрия, коллодий, нашатырный спирт (аммиак), 5% раствор марганцовокислого калия.

При *ранениях стеклом* следует удалить его осколки из ранки (если они там есть), смазать ранку йодом и перевязать ее.

При *термических ожогах* первой степени обожженное место следует присыпать двууглекислым натрием, рисовым или картофельным крахмалом или тальком. Хорошо помогают примочки из свежеприготовленных растворов питьевой соды (2%) или марганцовокислого калия (5%). При более тяжелых или обширных ожогах следует обратиться к врачу. В порядке оказания первой помощи при ожогах второй и третьей степени допустимы примочки только из растворов марганцовокислого калия (1% раствор).

При *химических ожогах* кислотами и щелочами производят немедленное 5–10-минутное обильное промывание пораженного участка кожи водой под краном с последующим накладыванием сухой повязки. Категорически запрещается протирание пораженных мест сухой или влажной ватой, бинтом или другим материалом, так как при этом происходит вторичное вещества в кожу, что усугубляет ожог.

При попадании кислоты или щелочи в глаза следует промыть их большим количеством воды, разбавленным раствором питьевой соды (при попадании кислоты), насыщенным раствором борной кислоты (при попадании щелочи). После первичной обработки глаз пострадавшего нужно отправить к врачу.

Оказание помощи при *отравлениях* сводится прежде всего к удалению яда из организма. Для этого нужно вызвать рвоту приемом внутрь 3–4 стаканов мыльной воды, стакана теплой воды, в котором растворена 1 ч.л. гор-

чицы, 1 ст.л. 1% раствора сульфата меди (через 5–10 мин) или половины стакана теплой воды, в котором растворено 0,25 г сульфата меди.

При отравлении кислотами и щелочами вместо дачи рвотного средства осуществляют промывание желудка. Если яд достиг кишечника, применяют слабительное средство; если яд всосался в кровь, используют потогонные или мочегонные средства.

Далее приступают к обезвреживанию яда. При отравлении щелочью принимают 1% раствор уксусной кислоты; при отравлении кислотой принимают внутрь жженую магнезию (2 ст.л. на стакан воды), сначала выпивают полстакана, а затем пьют по 1 ст.л. через каждые 10 минут. Используют также обволакивающие средства. Ими являются молоко, белковая вода (2 яичных белка на 3 стакана воды – принимают стаканами), крахмальный клейстер, мучная болтушка, чай, кофе, танин (0,1–0,2 г в 1/4 стакана воды).

Применяют абсорбирующие вещества. В качестве таковых используют животный или древесный уголь (1 ст.л. угля на 2 стакана воды; полученную смесь выпивают). Одновременно с приемом угля для последующего удаления его из организма следует употребить слабительные средства (горькую или глауберову соль).

Применяют также смесь из 50 г древесного угля, 25 г жженой магнезии, 25 г танина; смесь просеивают сквозь сито и взбалтывают в половине стакана воды (принимают по 1 ст.л. каждые 5–10 минут).

При поражении электрическим током следует разомкнуть электрическую цепь, выключить ток, пересечь провод, отвести его от пострадавшего сухой палкой или веревкой, отделить от земли, оттащить пострадавшего от провода, затем провести искусственное дыхание пораженному электрическим током.

1.7. Противопожарная безопасность

При работе в лаборатории для соблюдения требований противопожарной безопасности необходимо придерживаться следующих правил:

1. В коридоре на видном, хорошо доступном месте должны быть щит с набором противопожарного инвентаря, установленные пожарный гидрант и огнетушитель. В помещениях, где производится работа с нагревательными приборами и взрывоопасными реактивами, должны находиться огнетушитель, ящик с сухим мелким чистым песком, асбестовое или суконное одеяло или кошма, совок или лопата.
2. При возникновении пожара персонал должен самостоятельно принимать меры для его ликвидации, одновременно оповестив о пожаре администрацию учреждения.
3. При ликвидации очага возгорания надо пользоваться сухим песком и огнетушителем! *Помните!* Вода часто не только не тушит загоревшиеся жидкости, но способствует их разбрызгиванию и тем самым вызывает распространение пожара.

4. При проведении всех работ, связанных с использованием горючих веществ, поблизости не должно быть открытого огня (газовой горелки, открытого электрического нагревателя и пр.).
5. При загорании одежды нельзя допускать быстрых движений – это раздувает пламя. Для тушения загоревшейся одежды набросьте на пострадавшего кошму или пальто.
6. Не заменяйте штатный предохранитель электросети проволочным «жучком», это может вызвать искрение, которое в лаборатории опаснее, чем в других местах, так как в воздухе ее помещений могут быть горючие газы и пары, образующие взрывоопасную смесь.
7. Нельзя использовать в лаборатории открытые, неизолированные электрические провода, так как они могут стать причиной особо опасного в условиях лаборатории искрения!
8. При загорании проводов немедленно отключите электрический ток. Тушите загоревшиеся провода только сухим песком. Применение воды или пенного огнетушителя для тушения в данном случае *недопустимо!*
9. Баллоны с газами нельзя хранить в местах, освещаемых прямыми солнечными лучами, их не следует располагать вблизи нагревательных и отопительных приборов, нельзя допускать их соприкосновения с электрическими проводами! Баллоны со сжатым газом должны иметь предохранительные колпачки.

Расстояние от радиаторов и других отопительных приборов до баллонов должно быть не менее 1 м, а от печей и других источников тепла с открытым огнем – не менее 5 м. При наличии у отопительных приборов экранов, предохраняющих баллоны от местного перегрева, расстояние между экраном и баллоном должно быть не менее 10 см. Баллоны должны быть тщательно закреплены в вертикальном положении.

10. Вентиль баллона с газом нужно открывать осторожно! Опасайтесь слишком быстрого выпуска газа из баллона: *возможен взрыв!*

Смесь газа с воздухом взрывоопасна! При появлении запаха газа следует быстро проветрить помещение. Нельзя зажигать огонь и включать электрические приборы в сеть до полного удаления газа.

11. Сушите только небольшие количества взрывоопасных веществ и при сушке их не превышайте допустимые пределы температуры в сушильном шкафу. Не запирайте дверцу сушильного шкафа, так как ее свободное открывание ослабляет разрушительное действие случайного взрыва.
12. Отработанные горючие жидкости нужно собрать в специальную герметично закрывающуюся тару и передать для регенерации или уничтожения. Спуск таких жидкостей в канализацию воспрещается, можно зарыть их в землю.

Использованные кислоты и щелочи следует собирать отдельно в специально предназначенную посуду. Небольшие количества агрессивных веществ можно выливать в раковину лишь после сильного разведения их водой.

13. Для слива отходов летучих веществ, распространяющих резкий, неприятный запах, необходимо предусмотреть раковину в вытяжном шкафу с подведенным к ней водопроводным краном.
14. Ответственность за хранение и учет сильнодействующих, взрывоопасных и огнеопасных веществ и растворителей в лаборатории должна возлагаться приказом на заведующего лабораторией (при его отсутствии – на лицо, выполняющее его функции).
15. Ответственность за использование ядовитых, сильнодействующих, взрыво- и огнеопасных средств и растворителей, выданных для проведения практических занятий с учащимися, несет преподаватель, проводящий их.
16. При возникновении пожара в лаборатории требуется:
 - не давать пламени приближаться к местам, где хранятся легко воспламеняющиеся вещества;
 - убрать все огнеопасные и взрывчатые вещества в безопасное место (которое следует особо предохранять от пламени);
 - немедленно использовать все имеющиеся под рукой средства тушения, одновременно вызвав местную пожарную охрану.
17. Следует помнить о том, что огнетушители подлежат периодической проверке, в случае необходимости – перезарядке, а с инструкцией по обращению с огнетушителями должны быть знакомы все работники лаборатории.
18. Периодически необходимо проводить обучение технологии тушения пожара.
19. Особое внимание следует обращать на состояние электрических проводов, электророзеток и электроприборов, которые должны всегда содержаться в исправном состоянии (во избежание возникновения пожароопасной ситуации).

1.8. Основные принципы осуществления производственной деятельности сотрудников лаборатории. Лабораторная документация

Рабочий день в лаборатории следует организовывать рационально. Все процедуры нужно выполнять точно и аккуратно, быстро, но без спешки, которая неизбежно приводит к ошибкам. Необходимо бережно относиться к аппаратуре, постоянно изучать и строго соблюдать правила техники безопасности при пользовании электрическими и другими приборами, применении ядовитых, взрыво- и огнеопасных веществ.

В лаборатории нужно иметь самые необходимые справочные пособия, книги и учебники.

Персонал должен быть обучен оказанию пострадавшим необходимой первой помощи при несчастных случаях. В медицинской аптечке следует иметь основные средства для оказания первой помощи (в том числе пе-

ревязочные материалы). Особое внимание следует уделять соблюдению санитарно-эпидемиологического режима в лаборатории.

1.8.1. Лабораторная документация

К числу документов, наличие которых обязательно для выполнения работ в КДЛ, относятся:

1. *Паспорт клиничко-диагностической лаборатории* (утвержденный приказом главного врача ЛПУ), состоящий из титульного листа и форм (в виде таблиц), отражающих сведения о:
 - перечне выполняемых в КДЛ исследований;
 - имеющихся средствах измерения (аппаратуре);
 - имеющемся вспомогательном оборудовании;
 - имеющихся стандартных контрольных материалах;
 - мерной посуде, применяемой в КДЛ;
 - штатном обеспечении и кадровом составе КДЛ;
 - помещениях КДЛ.
2. *Положение о клиничко-диагностической лаборатории* (должно быть утверждено приказом главного врача ЛПУ).
3. *Должностные инструкции* (функциональные обязанности) для каждой категории работников, на каждого сотрудника, утвержденные в установленном порядке.
4. *Инструкции по санитарно-противоэпидемическому режиму* для каждого участка, вида работ.
5. *Инструкции по охране труда и технике безопасности* для каждого участка, вида работ.
6. *Инструкции по противопожарной безопасности* (должны быть утверждены главным врачом и председателем профкома ЛПУ) для каждого участка, вида работ. Инструкции должны включать раздел о действиях персонала при различных видах аварий, обновляться ежегодно и по необходимости.

Все сотрудники КДЛ должны быть ознакомлены с действующими инструкциями. После проведения инструктажа в журнале инструктажа по технике безопасности и санитарно-противоэпидемическому режиму делается соответствующая отметка, каждый работник также расписывается на должностной инструкции. Рабочие экземпляры инструкции должны иметься на рабочих местах.

7. *Нормативно-техническая документация, инструкции по эксплуатации средств измерений*, в том числе приказы Министерства здравоохранения Республики Беларусь и МЗ и СР РФ об унификации методов исследований, перечни утвержденных соответствующими регулирующими органами методов исследования, инструкции к наборам реагентов, руководства по эксплуатации анализаторов.

Папка с основными экземплярами методик хранится у заведующего КДЛ. Рабочие экземпляры должны быть на рабочих местах. Папки инструкций по проведению исследований должны включать протоко-

лы построения калибровочных графиков. Калибровка приборов проверяется каждое полугодие и по необходимости.

8. *Описание используемых методов лабораторного анализа*, в том числе унифицированных.
9. *Учетная документация* в соответствии с профилем деятельности КДЛ: журналы регистрации исследований, учета количества выполненных анализов, приготовления и контроля питательных сред, контроля работы стерилизаторов, листок ежедневного учета работы, бланки анализов и др.

Для статистической отчетности в лаборатории необходимо вести дневники работы каждого специалиста, в которых ежедневно учитывается вся номенклатура выполненных им исследований. Ведется также дневник количества выполненных исследований по структурным подразделениям ЛПУ. На основании данных дневников ежемесячно заполняется журнал учета количества выполненных анализов в лаборатории. При ведении журнала учета количества анализов допускается выделение отдельных страниц для учета:

- количества анализов по всей номенклатуре без разбивки по отделениям;
- количества анализов по отделениям без разбивки по номенклатуре, но с разбивкой по группам исследований (биохимические, гематологические, общеклинические и др.).

Дополнительно ежемесячно рассчитываются нагрузка лаборатория (при необходимости – отделов лаборатории, отдельных сотрудников) в соответствии с нормативами затрат рабочего времени на лабораторные исследования, а также показатели уровня лабораторного обследования больных (количество анализов на больного, на койко-день, на 100 посещений и др.).

Журналы регистрации результатов исследования должны иметь регистрационный номер ЛПУ, оформленный титульный лист с указанием ЛПУ, названия лаборатории, групп регистрируемых исследований, дат начала и окончания ведения журнала. Журналы должны быть пронумерованы, прошнурованы, скреплены подписью руководителя ЛПУ и печатью, не иметь исправлений. В наименованиях граф (столбцов) результатов должны быть указаны единицы измерения данного показателя. Каждый день в начале работы в журналах регистрации результатов исследований отмечаются физические параметры в рабочих помещениях КДЛ (температура, атмосферное давление, влажность). Столбцы результатов каждого вида исследований за каждый день подписываются непосредственным исполнителем вида исследований. Журналы регистрации результатов исследований хранятся в архиве ЛПУ или в КДЛ в течение 3 лет.

Результаты исследований выдаются КДЛ *на бланках утвержденных образцов*, с обязательным указанием единиц измерений, значений диапазона референтных (нормальных) величин, при необходимости –

методики определения. Бланк результатов исследования датируется и подписывается исполнителем, ответственным сотрудником или ведущим КДЛ.

10. *Журнал учета этилового спирта.*
 11. *Журнал учета сильнодействующих и ядовитых веществ.*
 12. *Журнал учета проведения внутрилабораторного контроля качества.*
Если в КДЛ ежедневно ведется только контроль воспроизводимости, то он должен дополняться хотя бы периодически (1–4 раза в месяц) контролем правильности.
- Документацией по внутрилабораторному контролю качества являются контрольные карты (с регистрацией результатов исследования контрольных проб и расчетом статистических показателей качества исследований в КДЛ) и журнал регистрации результатов исследований контрольных проб.
13. *Отчет о деятельности КДЛ.*
 14. *Графики поверки средств измерений, свидетельства о поверке.*
 15. *Копии заявок на приобретение контрольных и калибровочных материалов и сывороток, посуды, реактивов.*

1.8.2. Схема исследований в КДЛ

Схема исследований в КДЛ полностью зависит от требований лечебных учреждений. Как правило, в общеклиническом, гематологическом, биохимическом, изосерологическом и бактериологическом подразделениях лаборатории существует своя схема. Она включает в себя забор (взятие) материала в отделениях и доставку его в лабораторию сотрудниками лечебного отделения, регистрацию, первичную обработку и проведение необходимых исследований. После выполнения исследований результаты анализов (на бланках) доставляются в отделения, или бланки кладутся в раскладку.

1.8.3. Основные показатели деятельности КДЛ

К основным показателям деятельности КДЛ относятся:

1. Среднедневная нагрузка на одного специалиста клинической лабораторной диагностики, которая рассчитывается как число выполненных в КДЛ анализов за год, деленное на произведение числа рабочих дней в году и числа занятых должностей.
2. Количество анализов, выполненных на одного больного в стационаре, которое рассчитывается делением общего числа анализов за год на общее число больных за год.
3. Число анализов на 100 амбулаторных посещений у врача (за год), которое рассчитывается как результат деления общего числа анализов амбулаторных больных за год на общее число амбулаторных посещений у врача, умноженный на 100.
4. Число анализов на одного жителя (за год), которое рассчитывается делением общего числа анализов по поликлинике за год, деленное на численность населения, прикрепленного к поликлинике.

5. Нагрузка на койку в год и в день. Для подсчета этих показателей необходимо количество исследований за год разделить на количество коек в больнице (нагрузка на койку в год) и результат разделить на количество рабочих дней в году (нагрузка на койку в день).
6. Количество исследований на одного больного, которое рассчитывается делением всего количества исследований на количество больных в больнице.

1.9. Санитарно-эпидемиологический режим и требования к его выполнению в клиничко-диагностической лаборатории лечебно-профилактического учреждения

Используемый для установления диагноза заболевания биологический материал (мокрота, кровь, слюна и др.) представляет опасность заражения сотрудников лаборатории вирусными и другими инфекциями. В связи с этим при работе с ним требуется соблюдать особые меры предосторожности.

Прежде всего необходимо предотвратить возможность непосредственного контакта биологического материала с кожными покровами и слизистыми оболочками сотрудника лаборатории. Для этого все исследования нужно производить, используя халаты, сменную обувь и медицинские шапочки. При угрозе забрызгивания кровью или другими биологическими жидкостями работу необходимо выполнять в масках, очках, с обязательным применением клеенчатого фартука. Нужно взять за правило постоянно использовать резиновые перчатки. При этом все повреждения на коже должны быть закрыты лейкопластырем или закрыты напальчниками. Обработку лабораторной посуды нужно осуществлять только после ее предварительной дезинфекции.

В случае попадания на кожу каплей крови (или других потенциально инфицированных жидкостей) следует немедленно, в течение 2 мин, произвести обработку соответствующих участков кожи тампоном, обильно смоченным 70° этиловым спиртом, а затем вымыть с мылом под проточной водой и вытереть индивидуальным полотенцем. При загрязнении перчаток кровью их необходимо протереть тампоном, смоченным 3% раствором хлорамина или 6% раствором перекиси водорода. В случае попадания крови на слизистые оболочки их немедленно обильно промывают водой или, лучше, 1% раствором борной кислоты; слизистую носа обрабатывают 1% раствором протаргола; рот и горло прополаскивают 70° этиловым спиртом, или 1% раствором борной кислоты, или 0,06% раствором марганцовокислого калия.

Запрещается пипетирование крови ртом, для этого следует использовать специальные автоматические пипетки, в крайнем случае – насаженную на конец пипетки резинову грушу соответствующего объема. При загрязнении кровью или биологическими секретами мебели, инвентаря, прибо-

гидролем), при приготовлении раствора перекиси водорода из пергидроля нужно пользоваться резиновыми перчатками. Поскольку в состав раствора входит этанол, необходимо остерегаться его возгорания.

После проведения дезинфекции и предстерилизационной очистки приступают к стерилизации шприцев, пробирок и других изделий химическим, воздушным и паровым методом.

При проведении серологической диагностики СПИДа осуществляют особый противоэпидемический режим, описанный в соответствующих инструкциях.

В конце рабочего дня поверхность всех столов следует продезинфицировать. Это нужно делать немедленно в случае отмеченного в ходе работы их загрязнения.

Все помещения лаборатории следует содержать в идеальной чистоте. Для этого уборку помещений осуществляют не менее 1 раза в сутки.

1.10. Основные этапы клинико-лабораторного анализа

Клинико-лабораторный анализ включает в себя:

1. Подготовку необходимой посуды и приготовление реактивов.
2. Взятие материала, хранение его и подготовку к исследованию.
3. Выделение из анализируемого биологического материала соответствующих соединений (если это предопределено ходом исследования).
4. Определение количественного содержания вещества либо активности фермента в специально обработанной пробе.
5. Представление полученных данных в соответствующей размерности величин.
6. Оценка (интерпретация) данных клинико-лабораторного исследования.

Глава 2. ЛАБОРАТОРНАЯ ПОСУДА, УХОД ЗА НЕЙ, МЕТОДЫ ОЧИСТКИ. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

2.1. Лабораторная посуда (общие сведения)

Лабораторная посуда может быть общего, специального назначения и мерная.

К лабораторной посуде *общего назначения* относятся изделия, используемые для проведения большинства технологических процедур. Это воронки, плоскодонные и конические колбы, промывалки, химические стаканы, кристаллизаторы, холодильники, сифоны и др.

К лабораторной посуде *специального назначения* относятся те изделия, которые предназначаются для выполнения отдельных, специальных процедур: эксикаторы, склянки Вульфа, дефлегматоры, аппарат Киппа, колбы для дистилляции (круглодонные), колбы Кьельдаля и некоторые другие.

Мерная лабораторная посуда – это мензурки, пипетки, бюретки, мерные цилиндры, мерные колбы, градуированные пробирки.

Лабораторная посуда изготавливается как из стекла, так и из пластмасс, других химических материалов (фарфора, металла).

Стеклоянная и пластиковая лабораторная посуда производится и поставляется рядом предприятий и фирм, аккредитованных в России, Белоруссии и других странах СНГ, в том числе: НПФ «Абрис +» (Россия); «Амтео М» (Россия); «Гален» (Россия) – поставщик изделий из пластика для клинических лабораторных исследований; «Гем» (Россия) – поставщик пробирок с пробками (в том числе с антикоагулянтами), микропробирок, пипеток, наконечников, пластиковой лабораторной посуды; «Лаб-Троникс» (Россия) – поставщик лабораторного «пластика», «Медицинская компания ОМБ» (Россия) – поставщик лабораторной пластиковой посуды. Фирма «МиниМед» (Россия) – производитель и поставщик бюксов, воронок, капельниц, колб, пробирок, спиртовок, стаканов, холодильников, эксикаторов и пр., мерных изделий (бюреток, колб мерных, мензурок, пипеток, пробирок мерных, цилиндров), кювет для фото/спектрометрии, а также лабораторной посуды и принадлежностей из пластмассы (штати-

вы для предметных стекол, пробирок, наконечников, пипеток; наконечники к дозаторам, пробирки, стаканы, цилиндры): стеклянных изделий для медицинских и микробиологических лабораторий (ареометры-урометры, камеры Горяева, капилляры гематокритные и для определения СРБ, СОЭ, пипетки Пастера, Сали, стекла предметные и покровные, емкости и штативы для окраски мазков, часы песочные, часы процедурные), а также скарификаторов. «МиниМедЛаб» (Россия) – производитель лабораторной посуды, обеспечивает комплексное оснащение КДЛ пробирками, мерными изделиями из стекла (колбы, мензурки, цилиндры, бюретки, пипетки, ареометры), стеклами предметными и покровными, чашками Петри, пластиковой посудой. Компания «Ольвекс Диагностикум» (Россия) осуществляет поставку лабораторной посуды; НПЦ «ЭКО-Сервис» (Россия) – изделий из высококачественного лабораторного стекла; ООО «Файн Хемикалс» (Белоруссия, представитель фирмы «Fine Chemicals», Австрия) обеспечивает комплексное оснащение лабораторий специальной посудой (в том числе компании «Brandt», Германия). В Белоруссии лабораторная посуда из пластмасс, стекла и других материалов поставляется также ОДО «Альгимед» (мерная и химико-лабораторная посуда, а также аппараты и приборы по каталогу ОАО «Химлаборприбор» и ООО «МиниМед», Россия), предприятием «БИОН», ЗАО «Пять океанов» и др. Фирма «СИМАС» (Россия) поставляет широкий спектр изделий лабораторного назначения: пробки, промывалки, полимерные изделия для лабораторий, автоклавируемую и неавтоклавируемую посуду.

2.2. Лабораторная посуда из стекла и специальных полимерных материалов

Стеклоянная лабораторная посуда обладает рядом достоинств, к которым относятся прежде всего инертность к агрессивным жидкостям, возможность визуального и оптического контроля за ходом реакции, легкость и простота отмеривания жидкостей по градуировке или отметке, нанесенной на стекло, легкость обработки (мытьё, стерилизация), дешевизна, простота изготовления различных стеклянных устройств.

2.2.1. Лабораторная посуда общего назначения

Наиболее широкое использование в лаборатории получили пробирки, обычные (изготавливаемые из легко-, тугоплавкого стекла, кварца) и центрифужные (градуированные и неградуированные – без делений на наружной поверхности стекла) (см. рис. 2.1).

Пробирки биологические – ПБ (цилиндрические) применяются для проведения различных качественных реакций и других лабораторных работ. Наиболее широко используются ПБ трех размеров (см. табл. 2.1). Пробирки цилиндрические П2 (биологические) выпускаются также диаметром 7, 10, 11, 12, 22, 24, 25 мм и большего размера.

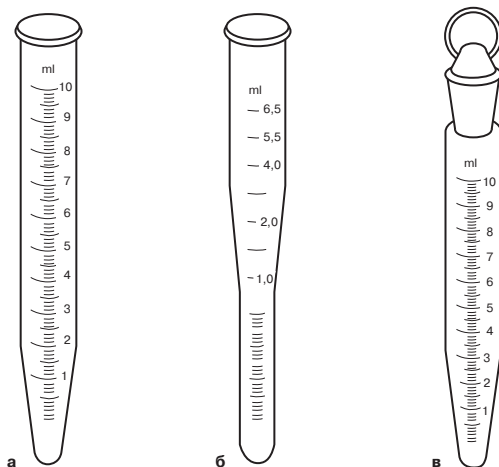


Рис. 2.1. Градуированные центрифужные пробирки: *а* – обычная градуированная центрифужная пробирка; *б* – градуированная центрифужная пробирка с выпрямленной нижней частью; *в* – градуированная центрифужная пробирка с нормальным шлифом.

Пробирки биохимические ПБХ (наружным диаметром 16 мм и высотой 120 мм) применяются для проведения различных качественных реакций и других лабораторных работ.

Пробирки химические ПХ (цилиндрические с развернутым краем) применяются для проведения различных качественных реакций и других лабораторных работ. Наиболее широко используются химические пробирки трех размеров (см. табл. 2.2). Пробирки цилиндрические с развернутым краем (хим.) выпускаются также диаметром 6, 7, 22, 25, 35 мм.

Пробирки центрифужные применяются для отделения осадков при центрифугировании. Выпускают градуированные (деления нанесены на всю длину пробирки) и неградуированные центрифужные пробирки. Их допустимая погрешность составляет $\pm 0,2$ мл. Наиболее широко используются центрифужные пробирки вместимостью 10 мл с разной ценой деления (см. табл. 2.3).

Кроме того, существуют пробирки разных видов, которые применяются при проведении различных химико-лабораторных работ (см. табл. 2.4).

В КДЛ находят применение пробирки с пробкой (со шлифом) диаметром 12, 16 мм, пробирки типа П4 диаметром 13 и 33 мм, пробирки с плоским дном диаметром 25 и 35 мм, пробирки мерные лабораторные (со шлифом – КШ) вместимостью 5, 10, 15, 20, 25 мл, пробирки с пробкой вместимостью 5, 10, 15, 20, 25 мл, пробирки разные диаметром 8, 9, 10, 11, 13, 14, 24 мм, пробирки с отводом, пробирки поглотительные, пробирки культуральные (стеклянные).

Таблица 2.1

Наиболее широко используемые в лабораторной практике размеры биологических цилиндрических пробирок

Диаметр наружный, мм	Высота, мм
14	120
16	150
21	200

Таблица 2.2

Наиболее широко используемые в лабораторной практике размеры химических цилиндрических пробирок

Диаметр наружный, мм	Высота, мм
14	120
16	150
21	200

Таблица 2.3

Наиболее широко используемые в лабораторной практике виды центрифужных пробирок

Вместимость, мл	Цена деления
10	0,1
10	0,2
10	Без деления

Таблица 2.4

Виды пробирок, используемые в лабораторной практике

Наименование	Диаметр, мм	Высота, мм
Видаля	10	80
Видаля	10	90
Серологическая	10	120
Серологическая	12	120
Флоринского	14	60
Флоринского	12	60

Наряду со стеклянными используются и пробирки, изготовленные из полимерных материалов (полиэтилена, полипропилена и др.), в том числе:

1. Центрифужные пробирки конические емкостью 10–50 мл, изготовленные из полистирола (абсолютно прозрачны), не автоклавируются. Пробирки, изготовленные из полипропилена низкой плотности, относительно прозрачные, обладают высокой устойчивостью к агрессивным соединениям, автоклавируются при 120°C. Имеется большое поле для надписей. Полипропиленовые и полистироловые пробирки емкостью 10 мл, диаметром 16 мм, которые можно центрифугировать при ускорении до 12 000 g.

2. Центрифужные пробирки конические, с резьбовыми крышками, стерильные; закручивающиеся крышки изготовлены из полиэтилена низкой плотности, не автоклавируются; выпускаются емкостью 15 и 50 мл.
3. Свободностоящие резьбовые пробирки объемом 5–50 мл из полипропилена. Пробирки удобны для хранения и транспортировки биологических жидкостей. Имеются литая градуировка, широкая муаровая полоса для нанесения надписей, герметичные литые кольцевые прокладки на крышках. Выпускаются емкостью 5–10 мл (с градуировкой, без крышки) и 50 мл (стерильные, с крышками и градуировкой). Полистироловые пробирки без пробки (5 мл), полипропиленовые с крышкой (10 мл).
4. Пробирки полистироловые (полиэтиленовые) с пробкой из полиэтилена емкостью 1, 2, 4 и 10 мл (предназначены для длительного хранения проб биологических жидкостей в условиях низкой температуры (-20°C); пробирки полистироловые прозрачные.
5. Микроцентрифужные пробирки (Эппендорфа) из полипропилена, объемом 0,6; 1,5; 1,6 и 2,0 мл. Градуировка в сочетании с прозрачностью стенок позволяют определять объем образцов. Выдерживают нагревание до 120°C и замораживание до -80°C .
6. Микропробирки с резьбой и крышки к ним QSP объемом 0,5; 1,5 и 2,0 мл; пробирки микроцентрифужные с крышкой вместимостью 1,5 и 2,0 мл.
7. Пробирки для ИФА и автоматических анализаторов из полипропилена. Выдерживают автоклавирование при 120°C и замораживание до -80°C ; объемом 1,2 мл.
8. Микропробирки для ПЦР (ПЦР-пробирки) из полипропилена высшего качества, вместимостью 0,5 (0,6) и 0,2 мл, совместимые с амплификаторами всех производителей. Сертифицированы на отсутствие на отсутствие РНКаз, ДНКаз.
9. Криопробирки с крышками, из полипропилена, стерильные. Предназначены для хранения образцов при температуре не ниже -196°C в парах жидкого азота. Выдерживают автоклавирование и центрифугирование при ускорении 17 000 g. Крышка открывается одним движением руки (1 и 1/4 оборота). Конструкция резьбы крышки предотвращает возможную контаминацию, а внутренний край крышки обеспечивает герметичность, даже при очень низких температурах. Сертифицированы на отсутствие РНКаз, ДНКаз, апиrogenность. Выпускаются вместимостью 1,2; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 и 10 мл. Пробирки в стрипах для ПЦР емкостью 0,2 мл. Планшеты для ПЦР (изготовлены из полипропилена). Для размещения пробирок используются штативы, изготовленные из полиэтилена (на 10, 20, 40 пробирок) или металлические (на 40 пробирок).

В КДЛ поставляются штативы для пробирок («рабочее место»), изготовленные из оргстекла, которые имеют резиновые ножки для устойчивости на рабочем столе. Объемы размещаемых в них пробирок варьируют

от 0,2 до 1,5 мл, а также штативы для хранения пробирок. В качестве примера можно привести следующие штативы:

- Штатив для пробирок («Хеликон», Россия) изготовлен из полипропилена, выдерживает автоклавирование при 120°C и замораживание до -70°C, компактное расположение пробирок позволяет экономить место на рабочем столе.
- Штативы для пробирок («Simport Plastics Limited», Канада), могут автоклавироваться, устойчивы к агрессивным жидкостям, выпускаются для пробирок объемом 5–10, 10–15 и 50 мл, зеленого, лилового, оранжевого, синего, желтого цветов.
- Штативы пластмассовые («Heathrow Scientific» и «QSP», США) для пробирок и автоматических пипеток (на 5 мест); устойчивы к опрокидыванию, изготовлены из полипропилена (могут автоклавироваться) и полистирола, имеют широкую цветовую гамму, буквенно-цифровую маркировку гнезд.
- Штативы для криопробирок фирмы «Cryostore OriGen Biomedical» (США) позволяют фиксировать пробирки, каждая ячейка пронумерована, могут автоклавироваться в течение 20 мин при 120°C.

Стекланные пробирки до использования следует хранить завернутыми в плотную бумагу (по 10 шт. в каждой пачке). Пробирки, постоянно используемые в работе, после мытья и сушки нужно аккуратно складывать в специально приспособленные для этого коробку или в ящик стола со специальным отделением для пробирок.

Пипетки (бюретки и другие стекланные приборы) следует хранить в ящиках, дно которых выложено ватой.

Химические стаканы (рис. 2.2) бывают двух видов: с носиками и без носиков. Они изготовлены из тонкого стекла, выдерживают нагревание на водяной бане. В клиничко-диагностических лабораториях используются:

- Стаканы лабораторные высокие без носика вместимостью 150, 250, 400, 600, 800, 1000, 2000, 3000 мл.
- Стаканы лабораторные высокие с носиком (В-1) вместимостью 150, 250, 400, 600, 800, 1000, 2000, 3000 мл.
- Стаканы лабораторные высокие с носиком (ВН) вместимостью 50, 100, 150 мл.

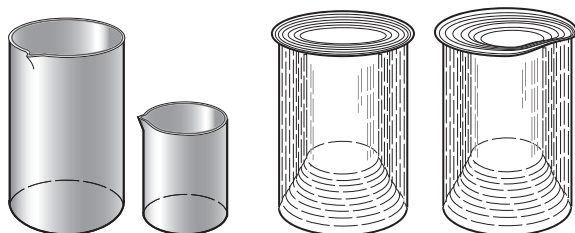


Рис. 2.2. Химические стаканы.

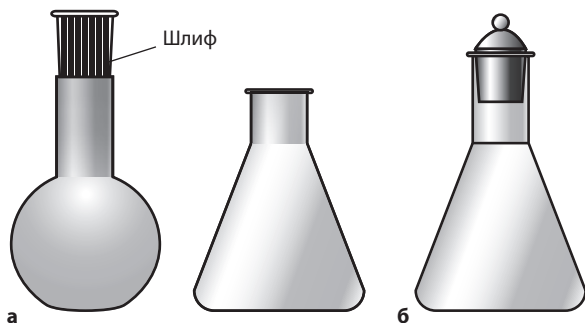


Рис. 2.3. Колбы: а – плоскодонные; б – конические.

- Стаканы лабораторные низкие без носика вместимостью 150, 250, 400, 600, 800, 1000, 2000, 3000 мл.
- Стаканы лабораторные низкие с носиком вместимостью 150, 250, 400, 600, 800, 1000, 2000, 3000, 5000 мл.
- Стаканчики для взвешивания высокие диаметром 20, 25, 30, 40 мм.
- Стаканчики для взвешивания низкие диаметром 32, 43, 58, 82 мм.
- Стаканы с градуированной цветной шкалой на 50, 100, 250, 500, 1000 мл и стаканы с градуированной цветной шкалой на 5, 10, 20, 25, 50, 100, 250, 400, 600, 800, 1000, 2000, 5000 мл.

В КДЛ также используются *батареинные стаканы*, которые, в отличие от химических, предназначены для работы без нагревания. Они могут быть высокие, низкие, с меткой, со шкалой. Кроме того, в КДЛ широко используются круглые (плоскодонные, круглодонные) и конические (Эрленмейера) колбы (рис. 2.3).

Колбы конические (Эрленмейера) предназначены для титрования, поскольку жидкость при перемешивании в них не расплескивается. Конические колбы, снабженные притертой пробкой, используются для йодометрического исследования. Наиболее часто используются следующие виды колб:

- Колбы конические с цилиндрической горловиной. Применяются для титрования, в качестве приемников при перегонке. Выпускаются вместимостью 50, 100, 250, 300, 500, 750, 1000, 2000 мл.
- Колбы конические со шлифами. Используются для титрования, в качестве приемников при перегонке, перекристаллизации органических веществ из легколетучих растворителей, для хранения веществ. Выпускаются вместимостью 10, 25, 50, 100, 250, 500, 750, 1000, 2000 мл.

От расширенной части *круглых колб* отходит горло разной длины и ширины, с носиком или без него. В ЛПУ поставляются конические колбы со шлифом, без шлифа (КН1, КН3), а также колбы круглодонные со шлифом и круглодонные без шлифа (К1, К3).

Колбы могут быть с круглым (*круглодонные*) или плоским дном (*плоскодонные*). В отличие от плоскодонных, круглодонные колбы размещают на кольцах или специальных подставках.

В КДЛ используются следующие виды круглодонных и плоскодонных колб:

- Колбы плоскодонные с цилиндрической горловиной вместимостью 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 10 000 мл. Применяются в качестве приемников при перегонке, для различных видов органического синтеза и аналитических работ.
- Колбы плоскодонные со шлифами на цилиндрической горловине. Применяются в качестве приемников при перегонке, для различных видов органического синтеза и аналитических работ. Их вместимость может составлять 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 10 000 мл.
- Колбы круглодонные с цилиндрической горловиной вместимостью 50, 100, 250, 500, 1000 и 2000, 4000, 6000, 10 000 мл.
- Колбы круглодонные со шлифами горловиной вместимостью 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 10 000 мл.
- Колбы круглодонные для перегонки со шлифом КП-1 (Вюрца) вместимостью 150, 250, 500, 1000 мл.
- Колбы круглодонные с двумя горловинами под углом со шлифами вместимостью 500, 1000, 2000, 4000, 6000 мл.
- Колбы круглодонные с тремя горловинами под углом со шлифами вместимостью 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 10 000 мл.
- Колбы круглодонные с четырьмя горловинами под углом со шлифами вместимостью 500, 1000, 2000, 4000, 6000, 10 000 мл.
- Колбы *остродонные*.

Кристаллизаторы (кристаллизационные чаши) (рис 2.4) применяются не только для перекристаллизации веществ, но и для выпаривания растворов.

Воронки: предназначаются для переливания жидкости из сосуда с широким горлом в сосуд с узким горлом или для фильтрования. Изготавливаются чаще всего из стекла, но также из фарфора или пластмасс (рис. 2.5).

Воронки лабораторные (В) выпускаются диаметром 36, 56, 75, 100, 150, 250 мм.

Воронки лабораторные (стеклянные): применяются для переливания жидкостей и фильтрования, диаметр 36, 56, 75, 100, 150, 250 мм.

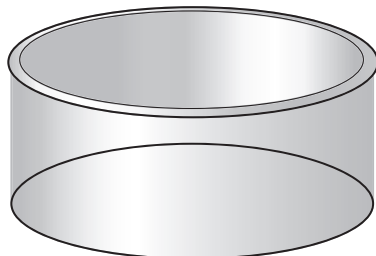


Рис. 2.4. Кристаллизатор.

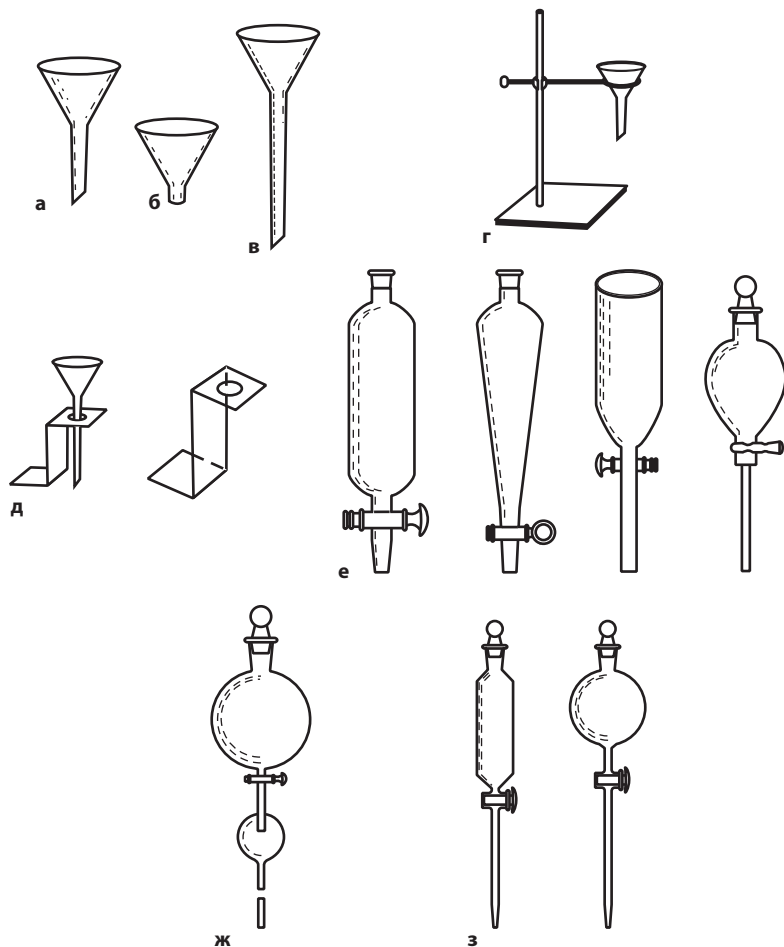


Рис. 2.5. Воронки: *а* – обыкновенная; *б* – воронка с обрезанной трубкой; *в* – аналитическая воронка; *г* – укрепление химической стеклянной воронки в штативе; *д* – приспособление для крепления воронки на стакане; *е* – делительные воронки; *ж* – капельная воронка с насадкой; *з* – капельные воронки.

Широкое применение нашли и воронки, изготовленные из пластика (полипропилена). Полипропилен обладает высокой химической устойчивостью к сильным, концентрированным и разбавленным кислотам, щелочам, альдегидам, спиртам, а также алифатическим углеводородам, к галогензамещенным углеводородам и углеводородам химического ряда, простым и сложным эфирам. К числу изделий лабораторного назначения, изготовленных из пластмассы, относятся и обычные воронки (диаметром 56, 100, 150 и 200 мм), выпускаемые в России.

Глава 18. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОМ И АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ

18.1. Общая характеристика технологических принципов работы автоматических клиничко-биохимических анализаторов

Технологии лабораторного исследования включают в себя:

- Абсорбционный фотометрический анализ
- Эмиссионный оптический анализ
- Ионметрический (потенциометрический) анализ
- Сатурационный анализ
- Иммуноферментный (иммунофлуоресцентный) анализ
- Исследование морфологического состава крови методами кондуктометрического, оптического анализа
- Генетический (молекулярно-биологический) анализ (в том числе на основе ПЦР)
- Химико-токсикологический анализ
- Бактериологические и вирусологические исследования
- Серологические исследования
- Исследования кислотно-основного состояния газов и крови (КОС)
- Способы фракционирования компонентов биологических жидкостей и тканей (электрофорез, хроматография)
- Некоторые другие виды исследования

Более 80% всех видов лабораторных исследований осуществляются с использованием методов оптического анализа (преимущественно абсорбционного).

Практикуемый во многих КДЛ ручной (мануальный) метод анализа базируется на непосредственном участии лаборанта в осуществлении всех основных этапов клинико-лабораторного исследования: взятии биологического материала, реагентов, их смешивании, инкубации, регистрации аналитического сигнала (на фотометре или другом приборе), расчете концентрации определяемого вещества. При этом даже незначительные отклонения в условиях выполнения анализа (неизбежно возникающие при постановке большого количества проб) способны существенно повлиять на конечный результат лабораторного исследования.

Стандартизация режимов определения, достигаемая автоматизацией всей процедуры анализа, естественно, повышает надежность его выполнения, притом за более короткий период времени и с использованием значительно меньшего (чем при мануальном исследовании) объема реагентов и биологического материала.

Совершенствование технологии биохимических исследований в мировой лабораторной практике началось с середины 1950-х гг. Первым этапом этого процесса было создание фотометров и спектрофотометров с контролируемой температурой кюветы, что позволило реализовать на практике принцип кинетического исследования субстратов, ферментов и других веществ. В дальнейшем фотометрическое оборудование стали оснащать электронной функцией автоматического перевода регистрируемых значений абсорбции в показатели концентрации веществ или активности ферментов.

Появление автоматических фотометров, исключаящих из практики оператора стадию расчетов, дало возможность проводить измерения не только в режиме конечной точки (когда реакция уже завершилась), но также в следующих режимах:

- фиксированного времени (измерение результата через определенный интервал времени после начала реакции);
- кинетическом (проведение ряда измерений через определенные интервалы времени), с последующим расчетом активности фермента по средней величине изменения абсорбции за интервал времени;
- дифференциальном (расчет концентрации по разности абсорбции образца и стандарта);
- бихроматическом (расчет концентрации по разности абсорбции, измеренной при двух длинах волн).

Дальнейшая автоматизация фотометров привела к появлению проточной кюветы, исключившей ошибки, связанные с постановкой кюветы в измерительный модуль и ее термостатированием, и позволяющей экономнее расходовать реактивы, поскольку при толщине поглощающего слоя 1 см объем кюветы составляет не более 100 мкл. С учетом объемов подводящих трубок и необходимости несколько раз менять реакционную смесь в кювете до начала измерения объем для проведения измерений составляет 0,5–1,0 мл.

Наряду с одно- и двухканальными появились и многоканальные фотометры, позволяющие анализировать одновременно большое количество проб, что существенно ускорило процесс исследования.

Главным отличием автоматических фотометров (спектрофотометров) от автоанализаторов является необходимость вручную смешивать образец с реактивами. Поэтому, если укомплектовать автоматический фотометр устройством, автоматически смешивающим определенный объем пробы с определенным объемом реактива, то такой комплекс может рассматриваться уже как автоматический анализатор.

Практически все автоматические фотометры снабжены программой внутреннего контроля (автоматически сообщают о возникших неисправностях) и соединены с персональным компьютером. Число каналов программирования у подавляющего большинства автоматических фотометров позволяет без перепрограммирования выполнять все биохимические исследования.

Отдельные модели использующихся в КДЛ фотометров

- *КФК-3* (ОАО «Загорский оптико-механический завод», Россия) – одноканальный фотометр без термостатирования кюветного отделения, позволяющий проводить простейшие (методом конечной точки) исследования;
- *PV 1251C* («СОЛАР», Белоруссия) – одноканальный спектрофотометр, укомплектованный современным компьютером и проточной кюветой; при работе на этом приборе можно использовать практически все современные реактивы и методы исследования;
- *RA-50* («Bayer Diagnostics», Германия) – одноканальный фотометр с проточной кюветой, который позволяет проводить все современные исследования;
- *Cormay Plus* и *Cormay Multi* («Cormay», Италия) – одноканальные фотометры с проточной кюветой, которая при необходимости легко снимается; измерения могут проводиться в пластиковых кюветах; может работать в режимах конечной точки (со стандартом или фактором), фиксированного времени и кинетическом;
- *Photometer 5010* («Boehringer Mannheim», Германия) – одноканальный фотометр с проточной кюветой, дает возможность выполнять все современные биохимические исследования;
- *FP 900, FP 901, FP 901 M* («Therumo Electron Corp.», Финляндия) – многоканальные фотометры, последние модификации которых снабжены компьютером; все модели оснащены не связанным с фотометром термостатом-встряхивателем, кюветами оригинальной конструкции по 9 штук в обойме; измерение вертикальное, поэтому очень важно иметь одинаковый объем раствора во всех кюветах.

Техника автоматического лабораторного анализа к настоящему времени достигла высокого уровня. Разработано несколько десятков вариантов конструкции автоматических анализаторов для осуществления биохими-



Рис. 18.1. Автоматический биохимический анализатор ChemWell (+).

ческих, гематологических и иммунохимических исследований. Существующие в настоящее время **биохимические автоматические анализаторы** могут быть условно подразделены на **три основных типа**:

- *одноцелевые биохимические автоанализаторы* позволяют определять в анализируемой пробе только один компонент биологической жидкости и ткани. К таким приборам можно отнести, например, анализатор «Glucose II» («Beckman Coulter», США);
- *автоматические анализаторы для определения так называемых родственных компонентов*, в частности, аминокислот или солей щелочных металлов, например, автоматический анализатор аминокислот, принцип действия которого основан на их разделении методом хроматографии (по Штейну и Муру), или автоматический атомно-абсорбционный пламенный спектрофотометр;
- *многоцелевые биохимические автоматические анализаторы*, предназначенные для установления содержания в биологических жидкостях большого количества различных по химической природе компонентов; такие приборы наиболее широко применяются в лечебно-профилактических учреждениях для выполнения ординарных и некоторых специальных клинико-лабораторных исследований. В качестве примера такого прибора можно привести анализатор ChemWell (+) («Awareness Technology», США) (рис. 18.1).

Все приборы данного типа:

- оснащены программным обеспечением на базе персональных компьютеров, а не микропроцессоров;
- осуществляют контрольные функции, обеспечиваемые автоматизированным слежением компьютерного устройства за работой отдельных блоков прибора и выполнением программы контроля качества проводимых лабораторных исследований;

- осуществляют автоматические пробоподготовку и дозирование. Если пробоотборник в автоматизированном устройстве отсутствует, прибор рассматривается как полуавтоматический анализатор, процесс эксплуатации которого требует постоянного участия оператора;
- экономичны за счет почти 10-кратного снижения расхода реактивов (350–500 мкл и менее на одну пробу вместо 3–4 мл реактива при работе на обычном фотоэлектроколориметре);
- используют для анализа небольшой объем биологической жидкости (3–7 мкл);
- обладают высокой производительностью (до 800 и более исследований в час);
- должны эксплуатироваться не менее 5–6 ч в сутки;
- характеризуются гибкостью в работе, так как они обеспечивают возможность использования разных режимов определения: по конечной точке, двух- или многоточечного кинетического, а также с применением технологии турбидиметрии (иммунонепелометрии), ионометрии, поляризационной флуориметрии и др. Например, в последнее время в клиничко-диагностических исследованиях (в коагулологии) используется турбидиметрия с фиксированной абсорбцией. Особенностью этого технологического процесса является измерение времени прироста оптической плотности до заданного ее значения;
- конструкция многих приборов дает возможность программирования автоматического анализатора для использования реактивов разных производителей (открытость системы);
- оснащены небольшими (в том числе моющимися) измерительными кюветами;
- автоматические анализаторы дают возможность оценивать ход реакции, что позволяет, в частности, выявить фазу истощения субстрата, кофакторов (при работе в ручном режиме это невозможно);
- осуществляют контроль качества. В современных автоанализаторах для реализации этой функции заложено несколько программ;
- обеспечивают сохранение базы данных, в том числе и на сервере ЛПУ;
- обеспечивают возможность передачи данных по внутрибольничным электронным сетям и через сеть Интернет;
- обеспечивают возможность выполнения экстренных исследований (анализов *cito*);
- измерительные модули автоматических анализаторов позволяют регистрировать величину абсорбции (при условии соблюдения зависимости, определяемой законом Бугера–Ламберта–Бера) в пределах до 2,5 ед. опт. пл., в отличие от обычных фотоэлектроколориметров, которые измеряют оптическую плотность растворов в диапазоне 0,2–0,7 ед. опт. пл. Это достигается за счет использования мощного источника и более чувствительных приемников света;

Некоторые из современных биохимических автоанализаторов оснащены ионоселективным блоком, позволяющим, в частности, проводить определение содержания ионов с использованием валиномицинового электрода;

- ферментные наборы реагентов для автоматических анализаторов не содержат агрессивных жидкостей и практически не обладают токсическим эффектом;
- являются надежными устройствами, что обеспечивается использованием новейших технологий.

Современные клинико-лабораторные автоанализаторы также характеризуются:

- простотой идентификации проб и ввода данных о пациенте;
- термостатированием на каждом этапе выполнения анализа и в измеряемой ячейке;
- возможностью выполнения анализа непосредственно у постели больного в режиме POST (Point of Care Testing), а также в режиме STAT (Short Turn – Around Time), т.е. внеочередного проведения, с минимальным временем выполнения анализа с момента запроса до выдачи результата, необходимого для экстренного осуществления адекватных лечебных мер;
- использованием сенсорных дисплеев;
- диалоговой системой общения с оператором;
- одновременной индикацией нескольких измеряемых компонентов биологического материала (аналитов);
- стабильностью калибровок;
- автоматическим контролем за образованием микросгустков;
- наличием в ряде анализаторов режима экономной работы;
- длительным хранением идентификационных и демографических данных;
- встроенными программами контроля качества;
- встроенными современными информационными технологиями.

18.2. Классификация медицинских лабораторных анализаторов

Анализаторы лабораторные медицинские – технические средства, используемые в медицинских лабораториях для обнаружения и измерения аналитов. Единая классификация автоматических анализаторов к настоящему времени не установилась.

В зависимости от клинического назначения они подразделяются на биохимические, гематологические, иммунологические, анализаторы мочи, электролитов, рН и газов крови, анализаторы оценки параметров системы гемостаза и др. (в том числе многоцелевые).

Глава 19. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭКСТРЕННЫХ МАНУАЛЬНЫХ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время в клинико-лабораторной диагностике наряду с традиционной, связанной с применением для определения физиологических и патологических компонентов мочи и крови жидких реагентов, все шире используется методология с применением нанесенных на твердофазные носители (специальные полоски; многослойные аналитические пленки, или слайды; картриджи, колонки) сухих реагентов, которые способны воздействовать на определенные метаболиты биологических жидкостей с изменением окраски индикаторной зоны.

Если для качественного и полуколичественного определения биохимических компонентов биологических жидкостей достаточно визуальной оценки окраски индикаторной зоны твердофазного носителя после нанесения пробы биоматериала, то для количественного требуется использование специальных анализаторов, принцип действия которых основан на отражательной фотометрии, флуориметрии, кондуктометрии, потенциометрии, амперометрии и др.

Индикаторные тест-полоски применяются для полуколичественного и количественного определения диагностически значимых компонентов мочи, крови и других биологических жидкостей. Их использование незаменимо для неотложного анализа, выполняемого в присутствии больного (в приемном отделении, больничной палате или дома), профилактики и раннего распознавания заболеваний, а также для службы скорой помощи, массовых скрининговых обследований населения, с целью выявления и мониторинга некоторых заболеваний пациентами или их родственниками в домашних условиях.

Большинство предприятий изготавливают индикаторные тест-полоски для исследований, работа которых основана на использовании следующих реакций:

- изменение цвета кислотно-основного индикатора (тетрабромфенолового синего) в присутствии белка;

- образовании продукта розового цвета при взаимодействии конъюгированного билирубина с триазеном в кислой среде;
- появлении фиолетового окрашивания в процессе взаимодействия кетоновых тел с нитропруссидом натрия (реакция Легала);
- формировании продуктов, окрашенных в красный цвет, в ходе взаимодействия ферментов глюкозооксидазы и пероксидазы со специальной хромогенной смесью в присутствии глюкозы;
- образовании продуктов, окрашенных в интенсивный синий цвет, при окислении хромогена гидроперекисью в присутствии гемоглобина;
- изменении желтого цвета зоны индикации на светло-зеленый и даже зелено-синий при действии содержащейся в моче аскорбиновой кислоты на фосфорномолибденовую кислоту с образованием молибденового синего и т.д.

Возможно использование и других химических реакций, вызывающих изменение цвета зоны индикации сухой тест-полоски. В последние годы все более широко используются экспресс-тесты на основе иммунохроматографического анализа, сочетающие в себе высокую специфичность и чувствительность исследования, что позволяет анализировать не только сыворотку крови и мочу, но и слюну. Это допускает возможность выполнять исследование в условиях, когда взятие крови невозможно. Диагностика по слюне может быть наиболее востребованной в таких областях, как спортивная медицина, психология, педиатрия, геронтология, ветеринария и др.

Рядом фирм («HUMAN» и др.) поставляются иммунохроматографические экспресс-тесты для выявления наркотиков (каннабиноидов, марихуаны, кокаина, опиоидов, метамfetамина и др.) в моче.

В состав каждого набора, рассчитанного на выполнение 30 исследований, входят тестовые устройства и одноразовые пипетки. Время исследования составляет 5 мин (Humadrug Methamphetamine, «HUMAN», 30 тестов).

Поставляются также иммунохроматографические тест-системы для осуществления анализа мочи и кала на скрытую кровь: микроальбумин (M-Albu-Check-1), «VEDALAB», 20 тестов; анализ кала на скрытую кровь (Hexagon ОБТ), «HUMAN», 24 теста; *Clostridium difficile* (Toxin.A-Check), «VEDA.LAB», Франция, 20 тестов; хламидиоз (Hexagon Chlamydia), «HUMAN», 30 тестов, время исследования – 20 мин: экспресс-тест предназначен для качественного определения антигена хламидий в образцах из цервикального канала, уретры и в мужской моче (для взятия образцов биоматериала необходимы тампоны и пробирки с экстрагирующим раствором).

Иммунохроматографические экспресс-тесты используются также для определения кардиомаркеров в сыворотке, плазме, цельной крови: креатинкиназы МВ (СК-МВ-Check-1), VEDA.LAB, 20 тестов; миоглобина (MGL-Check-1): иммунохроматография, 5–10 мин (состав набора: тестовые устройства, одноразовые пипетки, буфер); тропонина I (Tropoin I Check-1): Тропонин I (состав набора: тестовые устройства, одноразовые

пипетки, разводящий раствор, VEDA.LAB, 20 тестов); белка, связывающего жирные кислоты, в сыворотке крови – БСЖК (*Fatty Acid Binding Protein, FABP*) – *один из новых маркеров ранней диагностики острого инфаркта миокарда* (используется в дополнение к тестам для определения содержания *тропонина I, миоглобина, креатинкиназы MB*).

Иммунохроматографический анализ нашел также использование для *определения онкомаркеров*, выявления паразитарной инфекции.

Иммунохроматографические и другие методы «сухой химии» лежат в основе все более широко применяемой в настоящее время во всех странах мира концепции выполнения лабораторных исследований «point of care testing (ПОСТ)» – «анализ по месту оказания медицинской помощи». Она перспективна для лечебно-профилактических учреждений, которые либо не располагают клинико-диагностической лабораторией, либо имеют только одного специалиста по лабораторной диагностике со средним образованием (амбулаторно-поликлинические учреждения, участковые больницы, санатории, диспансеры).

Может использоваться медицинскими сестрами и параклиническим персоналом в амбулаторных и домашних условиях. **Тест-системы обладают высокой аналитической и диагностической чувствительностью, избирательностью и специфичностью.**

В практике КДЛ используются иммунохимические экспресс-тесты, предназначенные для быстрого одноэтапного качественного определения наркотических средств, психотропных веществ и/или их метаболитов (героина, опийных алкалоидов, каннабиноидов, а также амфетамина и метамфетамина и их дериватов) в образцах мочи методом иммунохроматографического анализа. Экспресс-тесты применяют для выявления ряда возбудителей вирусной (в том числе гепатита С) и грибковой инфекции, а также *Helicobacter pylori*.

В Белоруссии освоено производство тест-полосок для определения компонентов мочи НТПК «Анализ-Х» и предприятием «Санд» на базе Белорусского государственного университета (БГУ). Сухие положительные контроли выпускает компания «Мультилаб» (Белоруссия).

Анализаторы мочи

Для контроля функциональности диагностических полосок при анализе мочи используются лиофилизированные препараты, моделирующие нативную мочу.

Правила пользования тест-полосками для анализа мочи следующие:

- быстро окунуть тест-полоску в мочу;
- вынуть ее и вытереть боковую кромку о край емкости (чтобы удалить излишнюю мочу);
- через 60 с сравнить реактивное поле с цветовой шкалой на этикетке упаковки.

Для более точного количественного определения содержания компонентов мочи используются специальные анализаторы, работаю-

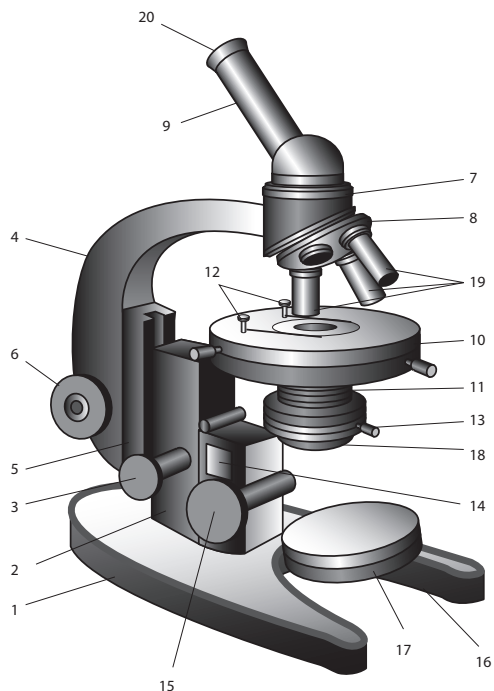


Рис. 23.1. Общий вид микроскопа: 1 – башмак; 2 – коробка микромеханизма; 3 – микровинт; 4 – тубусодержатель; 5 – механизм подачи тубуса; 6 – макро-винт; 7 – головка; 8 – револьверная система; 9 – тубус; 10 – предметный столик; 11 – винты предметного столика; 12 – клеммы; 13 – гильза конденсора; 14 – кронштейн; 15 – винт конденсора; 16 – вилка зеркала; 17 – зеркало; 18 – конденсатор; 19 – объективы; 20 – окуляр.

сколько мелких отверстий. Два из них служат для установки клемм металлических пружинящих пластинок, предназначенных для закрепления препарата на предметном столике. В других отверстиях можно укрепить препаратодователь, позволяющий перемещать препарат на точно определенное расстояние вправо, влево, вверх и вниз. Оправа (гильза) конденсора укреплена на кронштейне, расположенном на коробке микромеханизма под предметным столиком. Небольшой болтик удерживает конденсор в гильзе. При помощи винта конденсор может перемещаться вверх и вниз на 20 мм. Под гильзой конденсора крепится вилка зеркала.

Оптическая часть микроскопа состоит из осветительной и увеличивающей систем.

Осветительная система состоит из зеркала и конденсора с диафрагмой. Зеркало микроскопа МБИ 3 имеет две отражающие поверхности: плоскую и вогнутую. Вогнутое зеркало применяется при работе с искусственным освещением и объективами малых увеличений. При естественном освещении

- Микроскопы торговой марки *Микромед* («Оптические приборы», Россия):
 - *Микромед-1 (вариант 2-20)* – бинокулярный микроскоп с 40–1600-кратным увеличением (рис. 23.2), который предназначен для морфологических исследований препаратов в проходящем свете по методам светлого и темного (с конденсором, поставляемым отдельно) поля. Прибор оснащен конденсором Аббе, наибольшая числовая апертура светлого поля – 1,25. Источник освещения – встроенная галогеновая лампа 6 В/20 Вт с регулирующей яркости. Предметный столик прямоугольный двухкоординатный, с коаксиальными ручками механизма перемещения. Источник питания – сеть переменного тока (220/110 В);
 - *Микромед-2 (вариант 3-20)* – тринокулярный микроскоп с 40–1600-кратным увеличением (рис. 23.3), который предназначен для морфологических исследований препаратов в проходящем свете по методам светлого и темного (с конденсором, поставляемым отдельно) поля, а также по методу фазового контраста (с фазово-контрастным устройством, поставляемым отдельно). Характеризуется модульным принципом конструкции, который дает возможность укомплектовать оптический прибор дополнительными устройствами для различных методов исследования, например, конденсором темного поля, фазово-контрастным устройством, видеоокулярном, программным обеспечением. Микроскоп оснащен коаксиальным механизмом грубой и точной фокусировки, двухкоординатным предметным столиком с коаксиальными ручками механизма перемещения. Источник освещения – встроенная галогене-

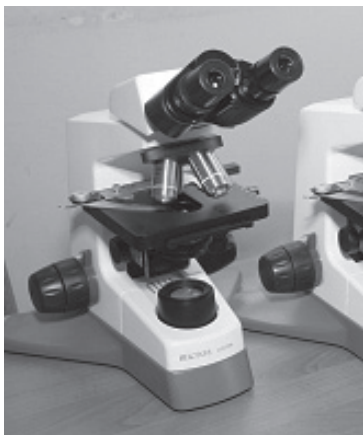


Рис. 23.2. Микроскоп Микромед-1 (вариант 2-20).



Рис. 23.3. Тринокулярный микроскоп Микромед-2 (вариант 3-20).