

Методические рекомендации по изучению дисциплины

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)

Раздел «Правовые, организационные и экономические основы лабораторной службы в РФ»

Тема: **Организация лабораторной службы**

Рубрика /код/ учебного занятия – **Б1.Б.1.1**

Продолжительность: 72 часа

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по основным вопросам организации лабораторной службы и контролю качества лабораторных исследований, достаточных для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики.

План занятия:

1. Организационная структура лабораторной службы. Основные законодательные, нормативные, методические и другие документы, регламентирующие деятельность службы.
2. Современные проблемы и основные направления совершенствования, управления, экономики и планирования службы. Принципы и формы централизации
3. Документы, регламентирующие режим работы КДЛ.
4. Функции и организация работы заведующего и сотрудников КДЛ.
5. Анализ деятельности КДЛ. Учетная документация. Правила составления отчетов.
6. Материально-техническое оснащение, нормы расхода материалов, медикаментов, реактивов, инструментария. Штатные нормативы медицинского персонала КДЛ ЛПУ.
7. Организация рабочих мест и техника безопасности в КДЛ.
8. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: нормативные, методические и другие документы, регламентирующие режим работы КДЛ, компьютерные программы контроля качества, контрольные карты, деловая игра, методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Действия медицинского персонала на этапах лабораторного анализа»

Тема: «Действия медицинского персонала на этапах лабораторного анализа»

Рубрика /код/ учебного занятия – **Б1.Б.1.2**

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам преаналитического этапа лабораторной диагностики, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Получение материала из бронхо-легочной, пищеварительной, мочевыделительной систем
2. Получение материала из женских и мужских половых органов
3. Технология забора капиллярной и венозной крови для клинического анализа и для исследования на автоматических гематологических анализаторах
4. Особенности получения биоматериала для генетического исследования (кровь, костный мозг, соскобы слизистой, амниотическая жидкость)
5. Получение биоматериала для биохимических исследований (стабилизация, транспортировка, хранение)
6. Подготовка предметных стекол, приготовление препаратов из крови, мочи, мокроты, кала, ликвора, выпотных жидкостей – нативного, окрашенного, толстой капли, препарата с обогащением
7. Методы фиксации и окраски препаратов
8. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: комплект инструментов для взятия крови, предметные, покровные стекла, наборы фиксаторов и красителей. Методические рекомендации.

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Кузьменко, Владимир Викторович. Внелабораторная фаза клинических исследований: пособие для врачей/ В.В. Кузьменко, Р.Г. Скворцова, И.А. Мирошниченко; Иркут. гос. мед. акад. последипл. образования. - Иркутск, 2013. - 48 с

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Гематологические исследования»

Тема: Гематологические исследования

Рубрика /код/ учебного занятия – Б1.Б.1.3

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по методам гематологических исследований, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Общие вопросы гематологии: понятия о системе крови, кроветворении, регуляции гемопоеза, функциональных свойствах эритро-, лейко- и тромбоцитов. Дифференциальный подсчет лейкоцитарной формулы и миелограммы.
2. Методы морфологической и цитохимической диагностики новообразований кроветворной системы (острых и хронических лейкозов), динамику лабораторных показателей в течение болезни и в процессе лечения. Клинико-диагностическое значение результатов исследования.
3. Анемии: классификация, этиология, патогенез. Динамика лабораторных показателей в течение болезни и в процессе лечения. Лабораторный дифференциальный диагноз анемий.
4. Агранулоцитозы (миелотоксический, иммунный), этиология, патогенез, лабораторные критерии и динамика лабораторных показателей в различные стадии болезни, изменения периферической крови в процессе лечения, клинико-диагностическое значение результатов исследования.
5. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: учебные препараты периферической крови и костного мозга, презентации, наборы ситуационных задач, Методические рекомендации.

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Бухтеева Е.О. Лабораторная диагностика лейкозов: пособ. для врачей/ Е.О. Бухтеева, Р.Г. Скворцова, В.В. Кузьменко; Иркут. гос. ин-т усоверш. врачей. - Иркутск, 2009. - 44 с

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Общеклинические исследования»

Тема: **Общеклинические исследования**

Рубрика /код/ учебного занятия – **Б1.Б.1.4**

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: протокол 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам общеклинических методов лабораторной диагностики, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Стандарты и рекомендации по лабораторному обследованию пациентов при заболеваниях дыхательной системы
2. Исследование физических свойств мокроты, морфологическое и бактериоскопическое исследование мокроты при неспецифических и специфических процессах, хронических инфекциях, аллергических заболеваниях
3. Бактериоскопическое исследование препаратов, окрашенных по Цилю-Нильсену
4. Стандарты и рекомендации по лабораторному обследованию пациентов при заболеваниях пищеварительной системы
5. Исследование физических и химических свойств желудочного, дуоденального, кишечного содержимого, интерпретация результатов копрологического исследования при ахилии-ахлоргидрии, гиперхлоргидрии, ахолии
6. Особенности копрограмм при поражениях поджелудочной железы, тонкой и толстой кишки, нарушения эвакуаторной функции кишечника и врожденной патологии
7. Стандарты и рекомендации по лабораторному обследованию пациентов при заболеваниях мочеполовой системы. Микроскопическое исследование организованного и неорганизованного осадка мочи, диагностика скрытого воспалительного процесса (камерные методы)
8. Микроскопическое исследование вагинального отделяемого для определения гормонального профиля, степени чистоты, дисбактериоза, патогенной флоры,
9. Заболевания мужских половых органов. Оценка репродуктивной функции. Диагностика воспалительных процессов
10. Исследование физических и химических свойств спинномозговой жидкости, микроскопическое исследование клеточного состава спинномозговой жидкости в счетной камере и окрашенных препаратах, биохимическое исследование ликвора
11. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: учебные фиксированные и демонстрационные нативные препараты, тест-полоски «сухая химия», ситуационные задачи, презентации, методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Цитологические исследования»

Тема: Цитологические исследования

Рубрика /код/ учебного занятия – Б1.Б.1.5

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам цитологических исследований, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Воспаление, морфологическая характеристика клеточных элементов воспаления и их значение, формы воспаления
2. Компенсаторно-приспособительные процессы. Регенерация на тканевом, клеточном и внутриклеточном уровнях, особенности регенерации отдельных тканей и органов
3. Опухоли, международные классификации новообразований, цитологические критерии злокачественности
4. Скрининг онкологических заболеваний (принципы, методы). Иммуногистохимические и иммуноцитохимические исследования. Проточная цитометрия в диагностике онкологических заболеваний
5. Новообразования органов дыхания, получение материала для цитологического исследования.
6. Особенности обработки мокроты, биопсии, бронхоальвеолярных смывов
7. Новообразования органов пищеварительной системы. Получение материала для исследований. Цитологическая диагностика неопухолевых поражений и опухолей (доброкачественных и злокачественных)
8. Новообразования органов мочевыделительной системы. Гистологические и цитологические классификации заболеваний мочевыделительной системы
9. Новообразования молочной железы и женских половых органов. Гистологическая и цитологическая классификация неопухолевых и опухолевых поражений
10. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: набор демонстрационных препаратов, презентации, слайды, модуль «Цитологическая диагностика заболеваний шейки матки», Методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Биохимические исследования»

Тема: Биохимические исследования

Рубрика /код/ учебного занятия – Б1.Б.1.6

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам биохимических методов лабораторной диагностики, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Преаналитическая и аналитическая фазы биохимических исследований с использованием рутинных унифицированных методов и современной автоматической аппаратуры
2. Регуляция биосинтеза белков, метаболизм, катаболизм белков, образование и транспорте конечных продуктов обмена. Клинико-лабораторные проявления нарушений белкового обмена, техника унифицированных лабораторно-клинических методов
3. Строение, физико-химические свойства и механизм действия ферментов, кинетика ферментативных реакций, гипо- и гиперферментемии, наследственные, алиментарные, токсические, ферментный спектр при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, болезнях печени, поджелудочной железы, мышечной системы, злокачественных новообразованиях
4. Углеводного обмена. Техника унифицированных лабораторной методов диагностики нарушений
5. Биосинтез и катаболизма липидов, характер изменений липидограмм при заболеваниях. Техника определения холестерина и его фракций, триацилглицеринов, свободных жирных кислот, фосфолипидов, общих липидов, липопротеидов, липолитических ферментов, продуктов перекисного окисления
6. Водный и минеральный обмен: распределение и обмен электролитов в клетке и внеклеточном пространстве, лабораторные показатели КОС в норме и при различных патологических состояниях. Работы с приборами для определения показателей КОС и номограммами.
7. Обмен порфиринов и желчных пигментов, синтез, физико-химические свойства и метаболизм. Лабораторная диагностика эритропоэтических и почечных порфирий, порфиринурий, дифференциально диагностические признаки гипербилирубинемий.
8. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: учебный биохимический анализатор, спектрофотометр, набор реактивов для постановки рутинных методик, презентации, наборы ситуационных задач. Методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Методы клинических лабораторных исследований/ Ред. В.С. Камышников. - М.: МЕД-пресс-информ, 2011. - 752 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Исследования гемостаза»

Тема: **«Лабораторные исследования системы гемостаза»**

Рубрика /код/ учебного занятия – **Б1.Б.1.7**

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам лабораторных исследований системы гемостаза, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Современные представления о системе гемостаза, сосудисто-тромбоцитарный гемостаз, плазменные факторы свертывания, биологическое действие, их механизмы активации, основные противосвертывающие факторы
2. Методы исследования свертывания крови, коагулограмма
3. Диагностика врожденных и приобретенных нарушений свертывания крови, гемофилии
4. Отработка техники выполнения коагулограмм, работа на современной аналитической аппаратуре
5. Интерпретация результатов исследований
6. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: учебный полуавтоматический коагулометр, набор реактивов для постановки рутинных методик, презентации, учебный фильм, ситуационные задачи. Методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Методы клинических лабораторных исследований/ Ред. В.С. Камышников. - М.: МЕД-пресс-информ, 2011. - 752 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Иммунологические исследования»

Тема: **«Иммунологические исследования»**

Рубрика /код/ учебного занятия – **Б1.Б.1.8**

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам иммунологических методов исследования, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Функциональная организации иммунной системы, неспецифические и специфические факторы иммунной реактивности, воспаление, цитокины, как регуляторы воспаления.
2. Фагоцитарная система и система комплемента
3. Т- и В-клеточная система иммунитета, клеточная кооперация, биосинтезе и метаболизме иммуноглобулинов.
4. Методы и техника иммуно-лабораторного обследования. Количественное определение популяций и субпопуляций иммунокомпетентных клеток с помощью моноклональных антител, Функциональные тесты – РБТЛ, РТМЛ, продукция иммуноглобулинов, цитокинов, фагоцитоз.
5. Иммуноферментный анализ. Особенности иммунологических исследований биологических жидкостей
6. Алгоритм лабораторно-клинических методов в прогнозировании характера течения и контроля эффективности лечения инфекционных заболеваний.
7. Морфологической и цитохимической диагностика новообразований кроветворной системы динамика лабораторных показателей в течение болезни и в процессе лечения
8. Техника приготовления цитохимических препаратов при лейкозах
9. Первичные и вторичные иммунодефицитные состояния, факторы и условия, способствующих их развитию.
10. Интерпретация иммунограмм.
11. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: учебные наборы для ИФА, иммуноферментный анализатор, комплект дозаторов, набор реактивов для исследования фагоцитоза, ситуационные задачи. Методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Методы клинических лабораторных исследований/ Ред. В.С. Камышников. - М.: МЕД-пресс-информ, 2011. - 752 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Цитологические исследования»

Тема: **«Цитологические исследования»**

Рубрика /код/ учебного занятия – **Б1.Б.1.5**

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам медико-генетических методов исследования, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики.

План занятия:

1. Молекулярные и цитологические основы наследственности.
2. Гены и признаки. Изменчивость.
3. Лабораторные методы генетических исследований.
4. Наследственность и патология.
5. Хромосомные болезни.
6. Цитогенетические, биохимические, молекулярно-генетические методы диагностики наследственных болезней.
7. Методы пренатальной и неонатальной диагностики наследственных болезней.
8. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: презентации, демонстрационные препараты, методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Методы клинических лабораторных исследований/ Ред. В.С. Камышников. - М.: МЕД-пресс-информ, 2011. - 752 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

**Раздел «Лабораторная диагностика заболеваний кожи и заболеваний, передающихся
половым путем»**

Тема: «Лабораторная диагностика кожных и венерических заболеваний»

Рубрика /код/ учебного занятия – **Б1.Б.1.9**

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам методов исследования кожных и венерических заболеваний, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Общая характеристика микозов: системные микозы, подкожные, поверхностные микозы. Структура и химический состав клеток грибов. Культуральные свойства.
2. Лабораторная диагностика сифилиса. Правила забора материала для исследования
3. Микроскопическое исследование нативного препарата в тёмном поле зрения. Окраска препаратов по Романовскому-Гимзе. Метод серебрения. Метод Бурри.
4. Серологические исследования: реакция Вассермана (RW), реакции иммунофлюоресценции
5. Диагностика гонореи. Правила забора материала для исследования у мужчин и женщин. Бактериоскопическая диагностика, типичные ошибки Бактериологическая диагностика гонореи.
6. Диагностика мягкого шанкра. Правила забора материала для исследования. Окраска препаратов по Граму, по Романовскому-Гимзе, фуксином Циля, синькой Лёффлера, полихромным синим Унны. Культуральные исследования. Дифференциальная диагностика.
7. Лабораторная диагностика трихомониаза, хламидиоза, и микоплазменной инфекции. Правила забора материала для исследования.
8. Микроскопическое исследование нативного и окрашенного препарата. Способы окраски метиленовым синим, по Граму, по Цогикян, по Романовскому-Гимзе, по Лейшману-Романовскому. Фазово-контрастная и люминесцентная микроскопия. Культуральное исследование.
9. Методы лабораторной диагностики неинфекционных, инфекционных и паразитарных дерматозов
10. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии; микроскоп, демонстрационные препараты, презентации, методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Методы клинических лабораторных исследований/ Ред. В.С. Камышников. - М.: МЕДпресс-информ, 2011. - 752 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Лабораторная диагностика паразитарных болезней»

Тема: Лабораторная диагностика паразитарных болезней

Рубрика /код/ учебного занятия – Б1.Б.1.10

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по вопросам методов исследования паразитарных заболеваний, достаточным для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики

План занятия:

1. Классификация и эпидемиология паразитарных болезней. Особенности сбора, хранения, транспортировки материала, техника безопасности персонала
2. Классификация малярии, пути передачи и цикл развития малярийного плазмодия
3. Морфология возбудителей малярии человека в тонком мазке и в толстой капле
4. Техника приготовления тонкого мазка и толстой капли, фиксация и окрашивание
5. Классификация протозоозов, особенности цикла развития
6. Морфология непатогенных амёб, дизентерийной амёбы, возбудителей балантидиаза, жгутиконосцев, кокцидий, возбудителей изоспороза и циклоспороза,
7. Морфология лейшманий, токсоплазм, пневмоцист
8. Классификация гельминтозов, особенности циклов развития
9. Морфология круглых червей и их яиц: аскарид, аскаридат, возбудителей токсокароза, токсоаскаридоза, власоглавы, анкилостоматид
10. Морфология возбудителей стронгилоидоза (филяриевидных личинок), трихостронгилид, остриц, трихинелл, возбудителей филяриадозов, дракункулеза и их личинок
11. Морфология цестод: бычьего цепня, свиного цепня, широкого лентеца, эхинококка, карликового и крысиного цепня (сколекса, зрелого членика, яиц и онкосфер),
12. Морфология трематод и их яиц: описторхов, клонорхов, возбудителей метагонимоза, нанофиетоза, парагонимоза, дикроцелиоза, фасциолеоза, шистосом
13. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: предметные и покровные стекла, набор фиксаторов и красителей, набор демонстрационных препаратов, комплект виртуальных препаратов, микроскопы, презентации, учебный фильм, методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Методы клинических лабораторных исследований/ Ред. В.С. Камышников. - М.: МЕДпресс-информ, 2011. - 752 с.: ил

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА» (ординатура)**

Раздел «Организация лабораторной службы и контроль качества лабораторных исследований»

Тема: Организация лабораторной службы и контроль качества лабораторных исследований

Рубрика /код/ учебного занятия – Б1.Б.1.11

Продолжительность: 108 часов

Дата составления методической разработки: 2017 г.

Дата утверждения на методическом совещании кафедры: 23 марта 2017 г. протокол № 21.

Учебная цель: получение знаний с практическим применением по основным вопросам организации лабораторной службы и контролю качества лабораторных исследований, достаточных для самостоятельной профессиональной деятельности врача клинической лабораторной диагностики.

План занятия:

9. Организационная структура лабораторной службы. Основные законодательные, нормативные, методические и другие документы, регламентирующие деятельность службы.
10. Современные проблемы и основные направления совершенствования, управления, экономики и планирования службы. Принципы и формы централизации
11. Документы, регламентирующие режим работы КДЛ.
12. Функции и организация работы заведующего и сотрудников КДЛ.
13. Анализ деятельности КДЛ. Учетная документация. Правила составления отчетов.
14. Материально-техническое оснащение, нормы расхода материалов, медикаментов, реактивов, инструментария. Штатные нормативы медицинского персонала КДЛ ЛПУ.
15. Организация рабочих мест и техника безопасности в КДЛ.
16. Источники вне- и внутрилабораторных погрешностей. Классификация ошибок. Стандартизация преаналитической фазы лабораторного исследования.
17. Внутрилабораторный и внешний контроль качества. Программы внешней оценки качества лабораторных исследований. Контрольные материалы. Статистическая обработка результатов контроля качества.
18. Построение контрольных карт. Критерии оценки работы по контрольной карте.
19. Графический метод обработки внешнего контроля качества и оценка результатов.
20. Международная система единиц (СИ). Правила пересчета показателей в единицы СИ.
21. Контрольные вопросы

Перечень средств, используемых на занятии: нормативные, методические и другие документы, регламентирующие режим работы КДЛ, компьютерные программы контроля качества, контрольные карты, деловая игра, методические рекомендации

Рекомендуемая литература

1. Национальное руководство. Клиническая лабораторная диагностика: в 2 т. / Ред. В.В. Долгов, Ред. В.В. Меньшиков. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 808 с.
2. Медицинские лабораторные технологии. Руководство по клинической лабораторной диагностике: в 2 т. / Ред. А.И. Карпищенко. - 3-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 792 с.: ил
3. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика: учеб. пособие для послевуз. образования врачей/ А.А. Кишкун. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 976 с.: ил
4. Справочник по диагностическим тестам: пер. с англ./ Д. Николь, С.Дж. МакФИ, М. Пиньон, Ч.М. Лу; Ред. пер. В.С. Камышников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Медпрактика-М, 2011. - 560 с.: ил
5. Методы клинических лабораторных исследований/ Ред. В.С. Камышников. - М.: МЕД-пресс-информ, 2011. - 752 с.: ил

**Методические рекомендации для обучающихся по освоению практических навыков
по специальности «Клиническая лабораторная диагностика»
(ординатура)**

Рекомендации по работе с механическими и электронными дозаторами

Типы и строение дозатора

Типы поршневых дозаторов

Согласно классификации по ISO 8655-2:2002 поршневые дозаторы могут быть:

с фиксированным объемом дозирования (для дозирования номинального объема, например, 1000 мкл);

с переменным объемом для дозирования объема, выбираемого пользователем из диапазона дозирования, например, между 10 и 100 мкл.

Существуют одноканальные и многоканальные модели дозаторов (чаще всего 8 или 12 каналов). В многоканальных поршневых дозаторах забор установленного объема жидкости происходит одновременно во всех каналах.

Дозатор может:

либо содержать воздушное пространство между поршнем и поверхностью жидкости (принцип воздушного замещения - тип А, см. рис. 1);

либо быть в прямом контакте с поверхностью жидкости при помощи дополнительного поршня в самом наконечнике (объемное или позитивное вытеснение - тип В, см. рис. 1).

Строение дозатора



Воздушное замещение (тип А)

Позитивное вытеснение (тип В)

Рис 1. Принципы дозирования (по ISO 8655-2:2002).

Строение современного механического и электронного дозатора показано на рисунке 2.

На дисплее дозаторов отображается выбранный объем дозирования, при этом в электронном дозаторе на дисплее дополнительно можно увидеть режим дозирования, скорость набора и выпуска

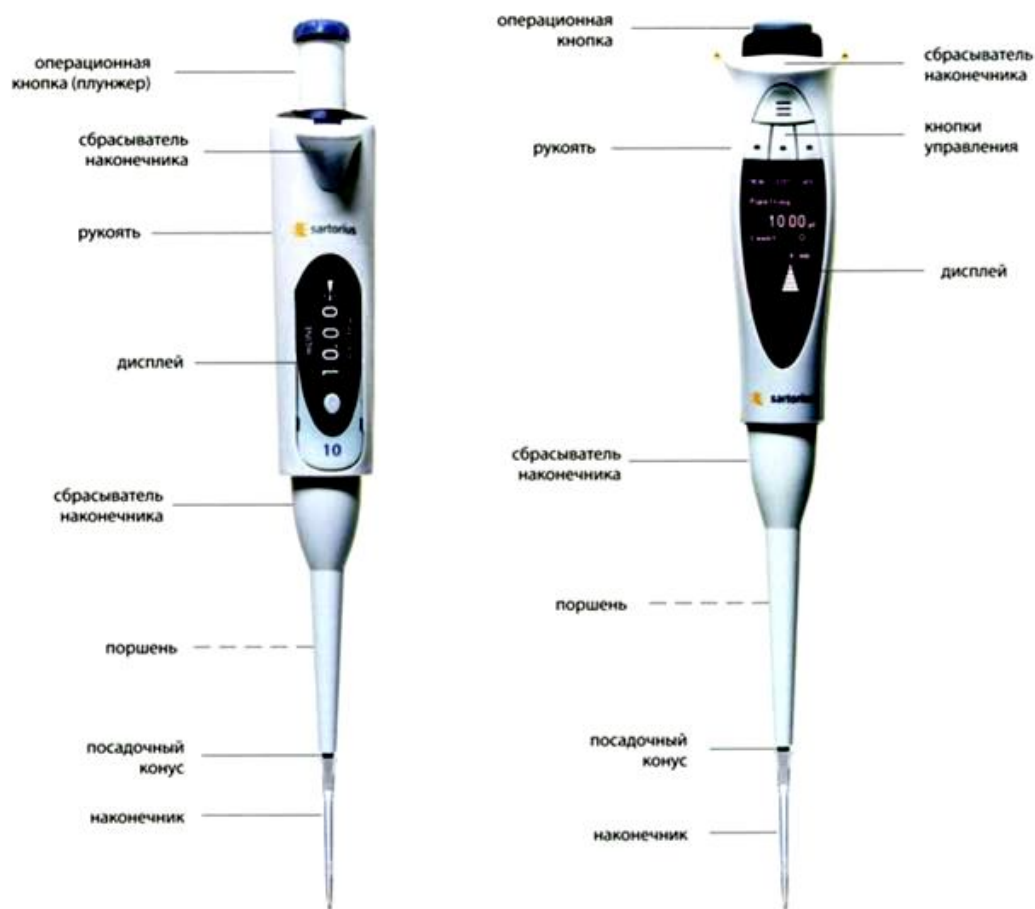


Рис. 2. Строение механического одноканального дозатора показано слева (на примере Sartorius mLINE), строение одноканального электронного дозатора - справа (на примере Sartorius Picus).

Принцип работы механического поршневого дозатора

В современных поршневых дозаторах, работающих по принципу воздушного замещения, существуют 3 положения операционной кнопки: верхнее (начальная позиция), 1 упор и 2 упор (см. рис. 3).



Рис. 3. Положения операционной кнопки (плунжера) механического дозатора.

- Чтобы произвести дозирование, необходимо:
- Закрепить наконечник на посадочный конус дозатора.
- Перед дозированием новый наконечник необходимо промыть 3-5 раз.
- Опустить операционную кнопку до 1 упора.

- Погрузить наконечник в жидкость на 2-3 мм. под углом 90 градусов.
- Не вынимая наконечника из жидкости, плавно отпустить операционную кнопку. При этом происходит движение поршня вверх и набор жидкости. Дозатор в этот момент необходимо держать вертикально, неправильное расположение дозатора приводит к набору жидкости сверх установленного объема.
- После набора жидкости выдержать паузу (не вынимать наконечник из жидкости, наблюдая не образовывается ли капля).
- Объем дозируемой жидкости вытолкнуть из наконечника путем повторного нажатия операционной кнопки до 1 упора. Дозатор в этот момент необходимо держать под углом 30-45°, рекомендуется касаться внутренней стенки емкости. Дополнительное нажатие (до 2 упора) необходимо для выталкивания из наконечника капель жидкости, оставшихся после сброса основного объема.

Подготовка к дозированию

- Всегда плавно и равномерно нажимайте на плунжер.
- Используйте наконечник, рекомендованный производителем.
- Дозатор должен иметь Свидетельство о поверке (калибровке) установленного образца.
- Температура дозатора, наконечника и дозируемой жидкости должна быть одинаковой.
- Меняйте наконечник после каждого цикла дозирования.
- Если дозируются инфекционные или радиоактивные среды, используйте наконечники с фильтрами, а также всегда используйте защитные фильтры для посадочного конуса дозатора, если они предусмотрены производителем дозатора.

Меры предосторожности

- Не оставляйте дозатор с жидкостью в наконечнике в горизонтальном положении, т.к. это может привести к попаданию жидкости внутрь дозатора.
- Когда дозаторы не используются, их следует размещать на специальных штативах и стойках для хранения. Электронные дозаторы следует размещать на зарядных стойках (подключенных к электросети).
- Старайтесь не ронять дозаторы, предотвращать их контакт с загрязненными или жирными поверхностями.
- Если конструкция дозатора предусматривает использование защитных фильтров, то проводите регулярно их замену (рекомендуется делать это после 50-250 циклов дозирования) и обязательно меняйте их при попадании жидкости в фильтр, при изменении цвета фильтра.
- При установке наконечника из штатива не прилагайте чрезмерных физических усилий, т. к. это может повредить дозатор.
- Избегайте воздействия на дозатор температурных колебаний (рабочая температура от +15°C до +40°C), влажности и пыли.
- Регулярно проводите сервисное обслуживание дозатора.

Техники дозирования механическим дозатором

- Самая распространенная техника дозирования. Данная техника рекомендована для водных растворов (жидкостей, по свойствам не сильно отличающимся от воды), для дозирования объемов более 10 мкл.
- Выставьте на дисплее дозатора требуемый объем дозирования.
- Установите наконечник на посадочный конус дозатора.
- Нажмите на операционную кнопку до первого упора (см. рис. 4а). Опустите наконечник в жидкость на глубину 2-3 мм.
- Плавно отпустите операционную кнопку (требуемый объем жидкости набрался в наконечник) (см. рис. 4б).
- Касаясь стенки сосуда наконечником, под углом 30-45 градусов медленно и плавно нажмите операционную кнопку до первого, а затем и до второго упора (произошло сбрасывание

жидкости из наконечника) (см. рис. 4в).

- Отпустите операционную кнопку, предварительно вынув наконечник из сосуда (см. рис. 4г).
- Дозирование окончено.

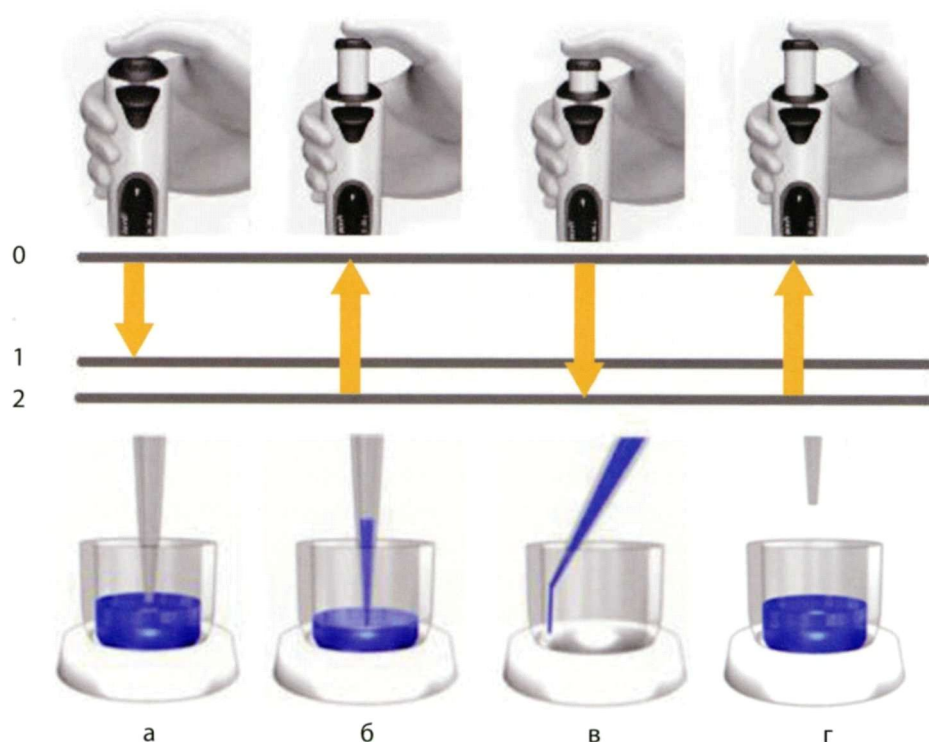


Рис. 4. Схема прямого дозирования.

Обратное дозирование

- Эта техника требует большей сосредоточенности и аккуратности. Рекомендована для дозирования жидкостей, отличающихся по своим свойствам от воды (вязкие, пенящиеся, летучие растворы, жидкости с высоким поверхностным натяжением), для дозирования объемов менее 10 мкл.
- Выставьте на дисплее дозатора требуемый объем дозирования.
- Установите наконечник на посадочный конус дозатора.
- Нажмите на операционную кнопку до второго упора (см. рис. 5-а). Опустите наконечник в жидкость на глубину 2-3 мм.
- Плавно отпустите операционную кнопку (в наконечник набирается требуемый объем + некоторый излишек) (см. рис. 5-б).
- Касаясь стенки сосуда наконечником, под углом 30-45 градусов медленно и плавно нажмите операционную кнопку до первого упора (происходит сбрасывание требуемого объема жидкости из наконечника) (см. рис. 5-в). При этом в наконечнике остался излишек.
- Излишек можно сбросить в приемную тару (см. рис. 5г) или продолжить дозирование: удерживая операционную кнопку на 1 упоре, поместите наконечник на 2-3 мм в жидкость, плавно отпустите кнопку, произведите сброс требуемого объема, нажав операционную кнопку до 1 упора; в наконечнике снова остался излишек и т.д.

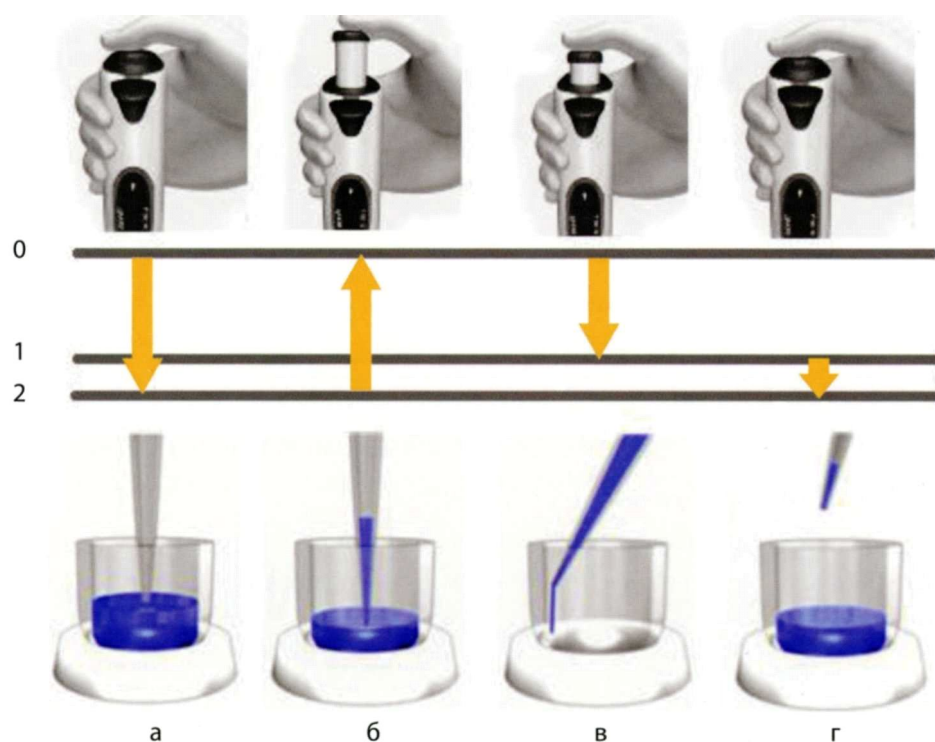


Рис. 5. Схема обратного дозирования.

Режимы дозирования электронных дозаторов

В электронных дозаторах движение поршня контролирует мотор, а не положение операционной кнопки, как в механических моделях. Поэтому режимов дозирования может быть существенно больше. Основные из них представлены ниже.

Прямое дозирование

Дозирование с автоматической продувкой наконечника (см. рис. 6). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (P). Возможно использование данного режима с последующим перемешиванием.

Обратное дозирование

Обеспечивает наилучшие результаты при работе с вязкими и пенящимися жидкостями. При этом в наконечник набирается объем жидкости, несколько больше выбранного, после чего происходит дозирование нужного объема (см. рис. 7). Погрешность, связанная с образованием пены или мениска, нивелируется образованием в наконечнике остаточного объема жидкости (излишка). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (гР).

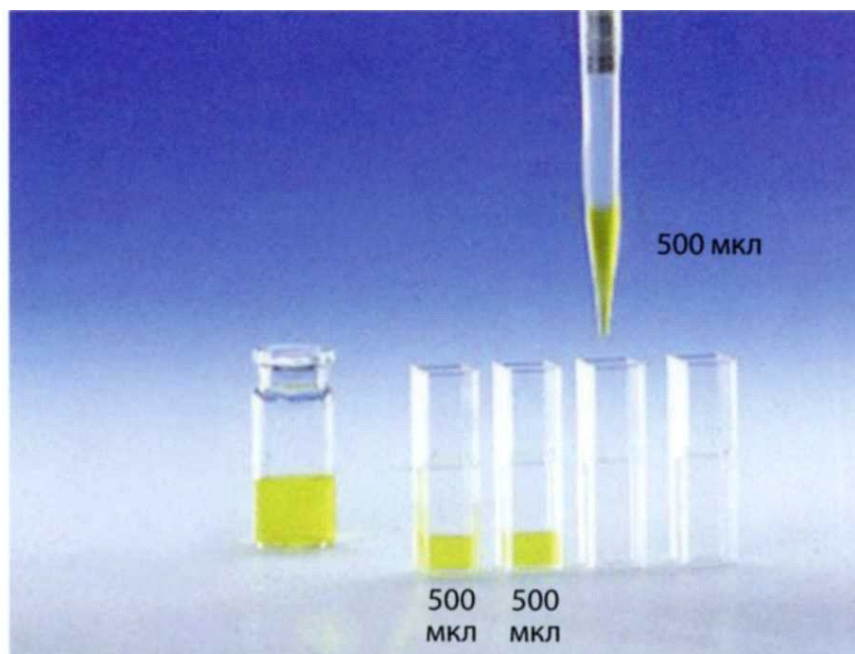


Рис. 6. Прямое дозирование 500мкл жидкости в кюветы

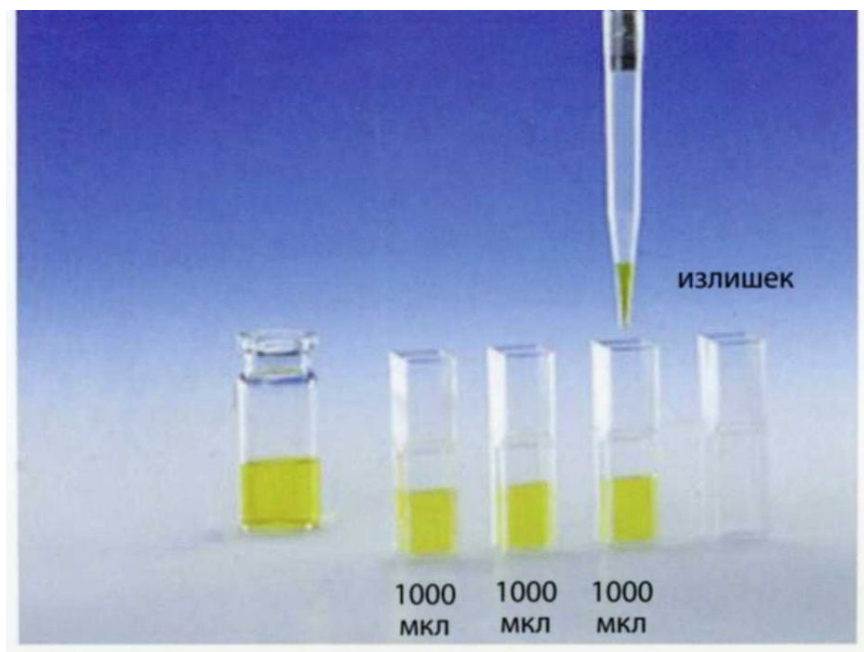


Рис. 7. Обратное дозирование 1000мкл жидкости в кюветы

Многократное дозирование

Быстрое дозирование равных по объему доз (см. рис. 8). В наконечник набирается суммарный объем жидкости, а затем происходит последовательный сброс равных объемов. Объем и число оставшихся циклов дозирования демонстрируется на дисплее. В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (d).

Последовательное дозирование

В данном режиме дозирование различных объемов может выполняться в любой заданной последовательности, с увеличением или уменьшением объёма, после однократного набора суммарного объёма жидкости, (см. рис. 9). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (Sd).

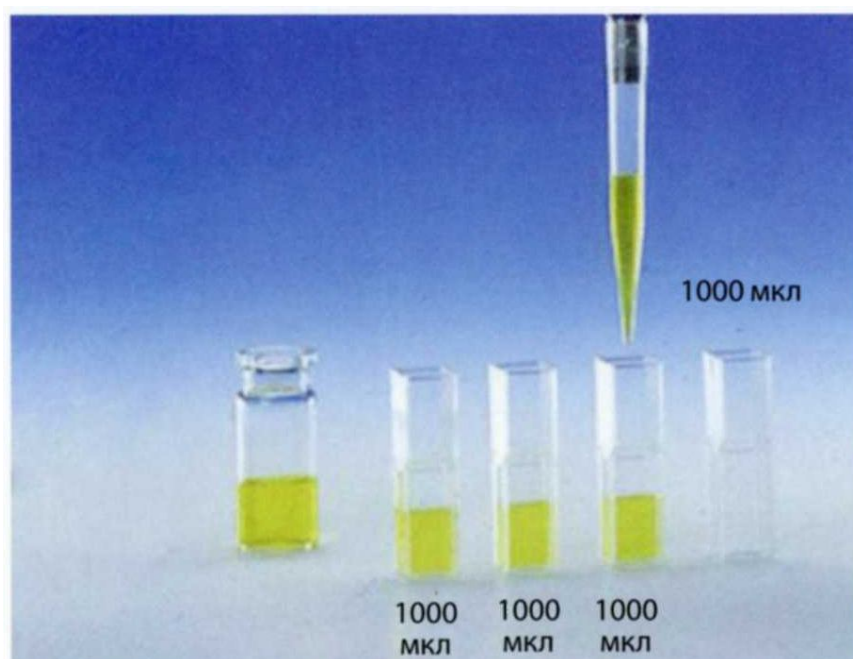


Рис. 8. Многократное дозирование 1000мкл жидкости в кюветы

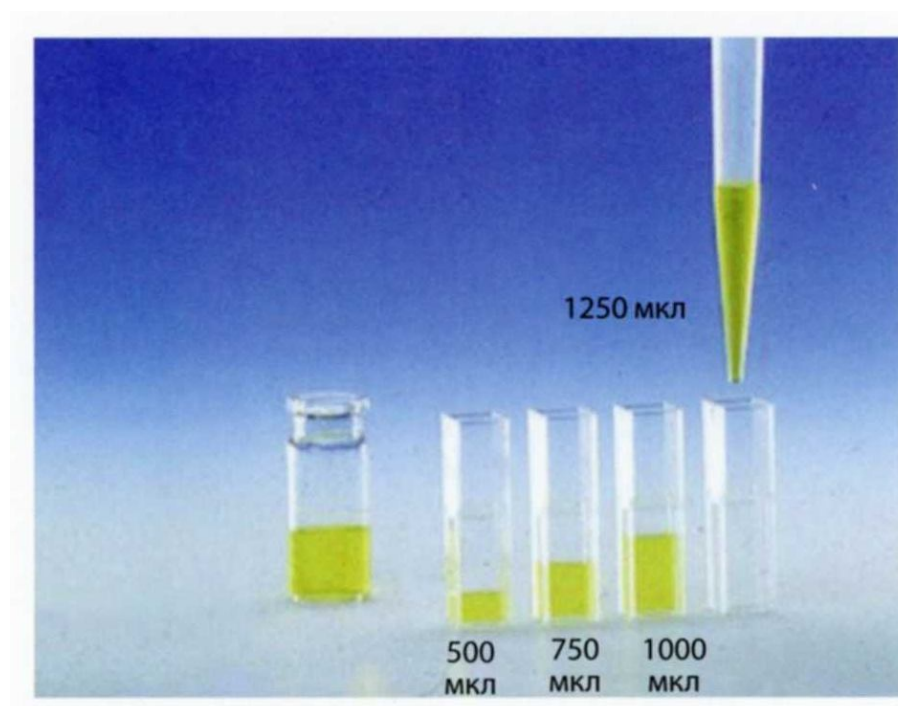


Рис. 9. Последовательное дозирование 1200мкл жидкости в кюветы

Автоматическое дозирование

Этот режим схож с режимом многократного дозирования, но имеет дополнительное преимущество в том, что сброс доз происходит автоматически, с заданными интервалами времени, без дополнительного нажатия на операционную кнопку (см. рис. 10). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (Ad).

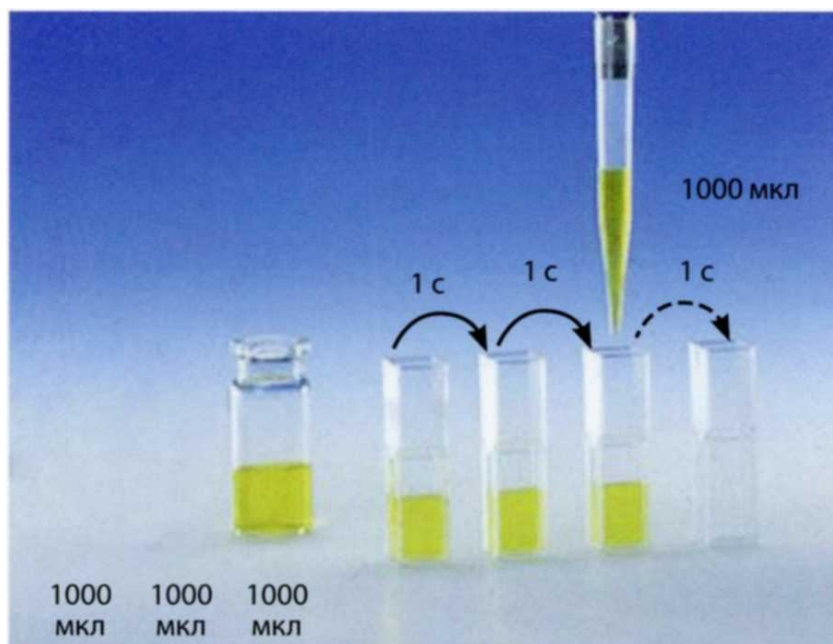


Рис. 10. Автоматическое дозирование 1000 мкл жидкости в кюветы с интервалом в 1 секунду.

Разведение

Две разные жидкости, отделенные воздушной «прослойкой», сбрасываются вместе в виде готового раствора (см. рис. 11). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (dd).

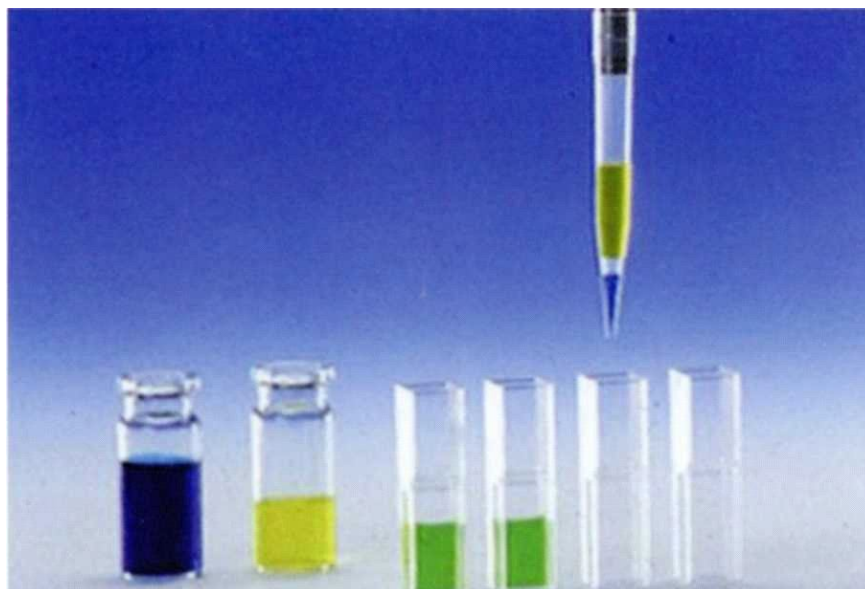


Рис. 11. Последовательный набор жидкостей в 1 наконечник без смешивания.

Многократный набор

Используется как метод промывки планшет. Выбирается объем и количество наборов жидкости, жидкость последовательно забирается и затем происходит сброс суммарного объема (см. рис. 12). В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (SA).



Рис. 12. Многократный набор жидкости из лунок планшета.

Перемешивание

Поршень автоматически движется вверх-вниз, чтобы перемешивать жидкость (см. рис. 13). Время перемешивания контролируется нажатием на операционную кнопку. В дозаторах Sartorius такой режим обозначается как (*) или (Mixing).



Рис. 13. Перемешивание жидкостей.

Используется как дополнение для режимов «прямое дозирование» и «разведение».

Титрование

В режиме титрования дозатор автоматически производит забор указанного объема. Дозирование контролируется пользователем вручную.

Режим титрования осуществляет титрование нужного объема. После дозирования аликвоты в режиме титрования дозирование продолжается вручную.

Отслеживание заполнения

Функция отслеживания заполнения представляет собой полезную функцию для дозирования на микропланшет и является уникальной функцией дозаторов Picus.

Для одноканальных дозаторов:

Предоставляется выбор микропланшета (96 или 384-луночный планшет) и если дозирование производится рядами или столбцами, то первое дозирование отображается на экране (см. рис. 14):

Ряды: A1 - A2 - A3... B1 - B2 - B3... C1 - C2 - C3...

Столбцы: 1 A- 1B- 1C. 2A-2B- 2C... 3A - 3B - 3C...

Первое место дозирования может быть выбрано произвольно.

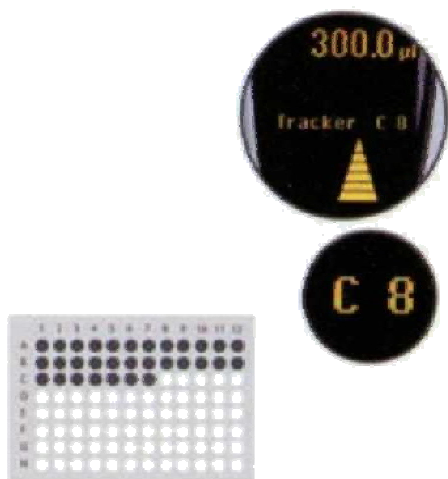


Рис. 14. Дисплей дозатора Picus в режиме титрования. Для 8-канальных дозаторов:

Предоставляется выбор микропланшета (96 или 384-луночный планшет). Дозирование может производиться столбцами..

Счетчик (Дозирование, Обратное дозирование): Счетчик циклов подсчитывает до 99 циклов дозирования. Отсчет можно начать с любого числа до 99.

Факторы, влияющие на результат дозирования

Одно- и многоканальные поршневые дозаторы с регулируемым объемом дозирования были разработаны в конце 1960-х годов и впервые выпущены в начале 1970-х годов компанией «Finnpipette Osmo A. Suovanieni». Технические решения, тип конструкции таких дозаторов защищены международными патентами США 3855868, 4058370 и 4215092.

В настоящее время ведущие компании, конструирующие и выпускающие дозаторы и наконечники к ним, тестируют свою продукцию с помощью стандартизованных процедур проверки качества. Перед доставкой покупателю осуществляется калибровка дозаторов для обеспечения параметров дозирования, заявленных производителем. Калибровка производится в постоянных регулируемых атмосферных условиях с использованием в качестве дозируемой жидкости очищенной воды (дистиллированной или деионизированной). Дозатор калибруется в виде единой системы, состоящей из собственно самого дозатора и наконечника, при этом процедура калибровки тщательно регламентирована и проводится опытным специалистом.

В практических лабораториях дозатор, как правило, используется в нестандартных условиях. Вода в качестве дозируемой жидкости используется достаточно редко. Правильная технология работы дозатором выдерживается не всегда: к сожалению, очень часто используются не те наконечники, которые рекомендовал производитель. Значительная ошибка в конечном результате работы неизбежна, когда при дозировании имеют место еще и такие возможные источники ошибок, как неверный угол наклона дозатора, ритм и скорость дозирования, пренебрежение предварительным смачиванием наконечника, разница температуры между дозируемой жидкостью, наконечником и дозатором. Дополнительную ошибку может привносить напряжение кисти руки, обусловленное продолжительной ручной работой.

Важно оценить и снизить вероятность систематических и случайных ошибок при

ручном дозировании жидкости.

Температура

На результаты работы дозаторов заметное влияние может оказывать температура окружающей среды. Это особенно проявляется в тех случаях, когда температуры дозатора, наконечника и дозируемой жидкости значительно различаются. В приведенной ниже формуле, газовые законы описывают работу дозаторов, работа которых основана на принципе воздушного замещения, с использованием типичной двухкамерной модели:

$$\Delta V = (1 - T_p / T_t) V$$

где ΔV / - разница в объемах воздуха, измененного в результате смещения поршня, и жидкости в наконечнике; T_p - абсолютная температура газа внутри дозатора (в Кельвинах); T_t - абсолютная температура газа внутри наконечника (в Кельвинах); V - установленный объем аспирации жидкости.

Необходимо отметить, что эта формула не учитывает влияние гидростатического давления на дозирование.

Как видно из приведенного уравнения, ошибка при дозировании пропорциональна температуре. При изменении температуры жидкости на 10°C ошибка может составить 3%, причем погрешность дозирования нарастает постепенно, достигая максимальной величины через несколько последовательных циклов дозирования. На величину ошибки влияют также установленный объем дозирования, непрерывное время работы с дозатором и конструкция рукоятки дозатора. Здесь определяющим фактором является теплоизоляция корпуса дозатора и влияние тепла ладони оператора на сам дозатор.

Особого внимания заслуживает дозирование холодных растворов, например, ферментов, которые нестабильны при комнатной температуре, поэтому при работе нередко хранятся в ледяной бане. Кроме того, сотрудники лабораторий часто, взяв жидкости из морозильной камеры, сразу же приступают к их дозированию, не проводя предварительное термостатирование.

Показателен пример дозирования при комнатной температуре воды, имеющей температуру +5°C. При объеме дозирования 1000 мкл, выставленном на дозаторе, реальный объем аспирированной воды составил 940 мкл (см. рис. 15). Ошибка при дозировании 6% весьма значительна и должна учитываться при работе в лаборатории.

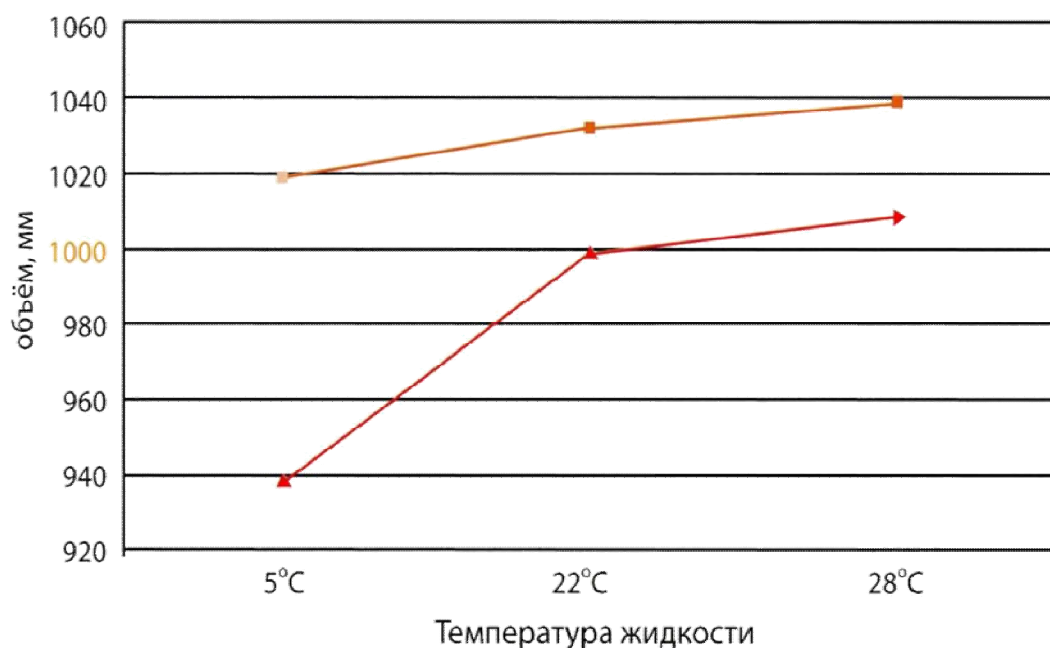


Рис. 15. Зависимость аспирированного объема жидкости от температуры. На дозаторе был выставлен объем 1000 мкл. Жёлтыми квадратами обозначены значения аспириро-

ванного объема жидкости при температуре дозатора 22°C, красными треугольниками - при температуре дозатора 5°C.

Работа с холодными жидкостями осложняется тем, что их температура во время нахождения в помещении постепенно выравнивается комнатной температурой, что способствует уменьшению ошибки. В то же время дозатор при заборе холодной жидкости постепенно остывает, что ведет к увеличению погрешности дозирования. Под влиянием всех этих факторов вносится несистематическая ошибка в результаты дозирования, что негативно влияет на точность и воспроизводимость. Поэтому обычно, перед тем как начать дозирование рекомендуется холодную жидкость нагреть до комнатной температуры. Когда это невозможно, абсолютную ошибку дозирования иногда корректируют, установив на дозаторе больший объем. Однако такая корректировка далеко не всегда приводит к положительному результату, поскольку, как указывалось выше, влияние температуры при дозировании холодных жидкостей динамично.

Сравнительно точных результатов при дозировании холодных жидкостей можно добиться, если применять

- следующие рекомендации:
- предварительно не промывать наконечник;
- менять наконечник после каждого дозирования.

Если температура дозируемой жидкости ниже комнатной, при которой находится дозатор, то предварительное ополаскивание наконечника снижает температуру внутри его, что приводит к уменьшению объема аспирированной жидкости согласно газовым законам физики. Ошибка дозирования, связанная с предварительным ополаскиванием наконечника, в данном случае может стать доминирующей. При многократном использовании наконечника воздух внутри наконечника становится холодней после каждого цикла дозирования. Соответственно, уменьшается и объем аспирированной жидкости. Если наконечник используется только один раз, воздух внутри наконечника и дозатора сохраняет комнатную температуру и результат работы получается более точным. Следует также отметить, что нельзя использовать без предварительного нагревания до температуры дозатора наконечники, которые хранились в холодильнике.

Влажность воздуха

При понижении относительной влажности воздуха ниже уровня 35% (такое бывает в т. ч. при включении кондиционера в помещении) испарение жидкости усиливается в разы. Интенсивное испарение может вызвать достаточно серьезную погрешность в результатах, особенно, если речь идет о дозировании малых объемов.

Атмосферное давление

В дозаторе, работающем по принципу воздушного замещения, при заборе жидкости происходит изменение давления внутри наконечника за счет перемещения поршня. Под действием атмосферного давления наконечник, наполняется жидкостью до момента, когда гидростатическое давление столбика жидкости уравнивается с атмосферным давлением. Объем вытесненного поршнем воздуха больше объема аспирированной в наконечник жидкости, что обусловлено ее гидростатическим давлением, которое прямо пропорционально высоте столбика жидкости. Если принять, что атмосферное давление намного превышает гидростатическое давление столбика жидкости, то разница в объемах воздуха и жидкости в наконечнике может быть выражена формулой:

$$\Delta V = (V_a - V_i) \cdot V_0 \cdot p_{gh} / P_0 \text{ (см. рис. 16).}$$

где ΔV - разница в объемах воздуха, измененного в результате смещения поршня, и жидкости в наконечнике; V_a - объем воздуха, изменившийся в результате смещения поршня; V_i - объем жидкости в наконечнике;

V_0 - объем воздуха внутри дозатора и наконечника (мертвое воздушное пространство);

p - плотность жидкости;

g - гравитационная постоянная;

h - высота столбика жидкости в наконечнике;

P_0 - величина атмосферного давления.

При конструировании дозатора и его калибровке производитель стремится минимизировать величину ΔV путем максимального уменьшения объема мертвого воздушного пространства внутри дозатора. Однако если один или несколько параметров, приведенных в формуле, изменяются после изготовления дозатора или после проведения его калибровки, то точность его работы будет нарушена и выявить значимость ошибки будет сложно.

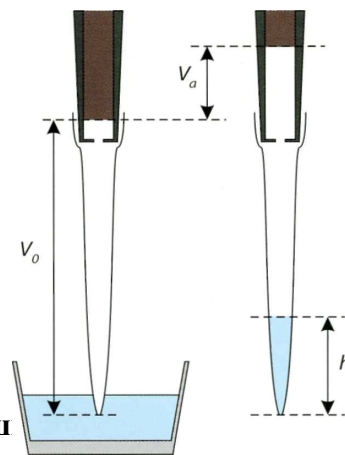


Рис. 16. Набор жидкости в порш

ющем по принципу воздушного замещения.

Качество дозатора, а также его состояние могут сильно повлиять на результаты дозирования. Так, залипание поршня, тугий сброс наконечника - часто являются следствием загрязнения дозатора. В многоканальных моделях забор жидкости может происходить неравномерно. Дозатор может быть негерметичным и в таком случае при наборе жидкости она будет самопроизвольно капать из наконечника без нажатия на операционную кнопку.

Если это предусмотрено производителем, устанавливайте защитные фильтры в посадочный конус дозатора. Такие фильтры служат очень хорошим барьером как для жидкостной, так и для аэрозольной контаминации.

Наконечник

Соотношение между высотой и объемом жидкости, находящейся в наконечнике, не линейно, поскольку наконечник имеет коническую форму. Это требует проведения нелинейной калибровки, которую в механических дозаторах трудно корректировать. Если в работе с дозатором применяется наконечник, в котором зависимость объема жидкости от высоты столбика иная, чем в наконечнике, который использовался при калибровке, то это может привести к ошибкам дозирования порядка 1 %, особенно при дозировании малых объемов жидкостей.

Имеет значение не только форма, но и объем наконечника. Если при калибровке и последующей работе используются наконечники, различающиеся номинальными объемами, то объем мертвого воздушного пространства V_0 у них будет разным. Наконечник с большим номинальным объемом, имеющий более высокие значения как V_Q , так и (V^V) , аспирирует меньший объем жидкости. И наоборот, если в лаборатории используется наконечник меньшего объема, чем наконечник, который использовался при калибровке производителем

или сервисным центром, то реальный объем аспирированной жидкости может быть больше (поскольку калибровка проводилась с большим значением VQ). Все это представляет немалую проблему при использовании вытянутых наконечников, в которых длина наконечника (высота столбика жидкости) значительно отличается от длины стандартного наконечника, с помощью которого обычно и производится калибровка.

Кроме того, важным фактором является качество формовки наконечника. Так при использовании на производстве отработанных пресс-форм или форм, близких к истечению срока годности, а также при использовании вторичного полипропилена, в наконечнике можно наблюдать огрехи прессовки (см. рис. 17).

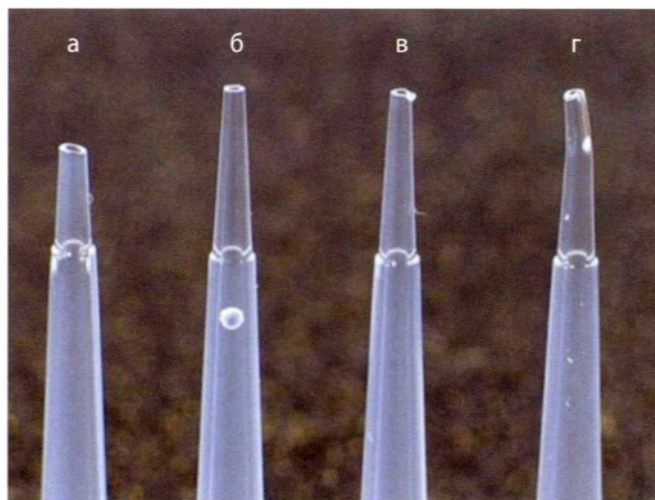


Рис. 17. Наконечники под увеличением. Видно изменение размера наконечника (а), пузырьки воздуха в стенке (б), искривление формы наконечника (г) и неспрессованные волокна (а, в и г).

Угол дозирования

Регламентированная калибровка дозатора производится при его вертикальном положении. Во время работы, особенно при заборе исследуемой пробы, дозатор часто наклоняют. Это приводит к забору большего, чем нужно, объема жидкости, поскольку в наклонном положении гидростатическое давление столбца жидкости снижается. Так, дозатор, калиброванный на 1000 мкл при вертикальном положении, при наклоне на 45° будет забирать 1005 мкл. На практике угол наклона дозатора не постоянен и разница в дозировании может быть еще больше. Хотя угол наклона дозатора может приносить небольшую ошибку дозирования, при наличии других систематических ошибок результирующая точность дозирования может снизиться значительно.

Плотность жидкости

Если плотность дозируемой жидкости больше плотности очищенной воды, то объем аспирата в наконечнике будет несколько меньше. Например, если аспирируется 1000 мкл жидкости с плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$, то ошибка дозирования может составить 1 мкл (0,1 %).

Плотность, в сущности, является функцией от абсолютной температуры, однако изменение плотности в зависимости от температуры не приводит к существенной ошибке дозирования. Например, повышение температуры воды на 10°C уменьшает ее плотность настолько незначительно, что ошибка дозирования составляет около 0,01%. Если жидкость очень вязкая, летучая или имеет высокое поверхностное натяжение, то точность ее дозирования в большей степени зависит от техники дозирования (см. рис. 18 и 19). Рекомендуется использовать технику обратного дозирования при использовании механического поршневого дозатора. Самые точные результаты получаются, если выбрать режим многократного дозирования электронного дозатора или воспользоваться дозатором, работающим по принципу позитивного вытеснения (степпер).

- В целом, для минимизации ошибок дозирования, которые могут возникнуть в результате действия гидростатического давления, рекомендуется следующее:
- Применять те наконечники, которые были использованы при калибровке дозатора (наконечники производителя). Если это невозможно, то использовать наконечники из числа рекомендованных производителем (многие фирмы-производители дают перечень наконечников, которые были протестированы и соответствуют показателям выпускаемого ими дозатора). При необходимости использовать вытянутые наконечники рекомендуется предварительно провести пробное дозирование и оценить его точность.
- При заборе материала держать дозатор в вертикальном положении, его наклон при аспирации может привести к забору большего, чем нужно, объема жидкости. Не погружайте наконечник в дозируемую жидкость более чем на 2-3 мм, поскольку часть жидкости, находящаяся на его внешней поверхности, попадая в пробирку или лунку планшета при внесении материала, приводит к ошибке дозирования.

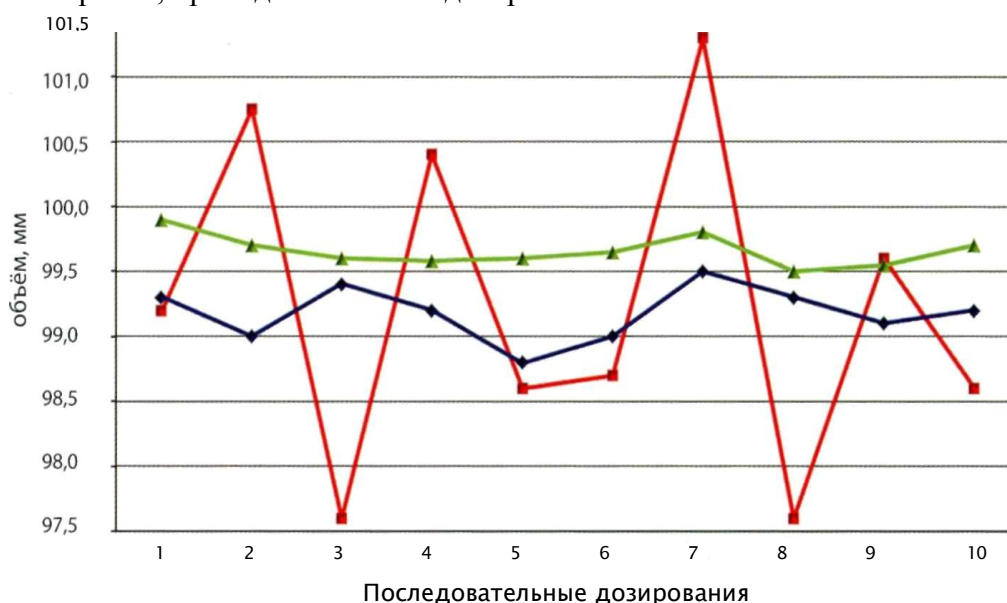


Рис. 18. Зависимость аспирированного объема вязкой жидкости от техники дозирования. На дозаторе был выставлен объем 100 мкл. Красными квадратами обозначены значения реального объема жидкости при использовании техники прямого дозирования, синими ромбами - при обратном дозировании. Зеленые треугольники - многократное дозирование электронным дозатором или дозирование степпером.

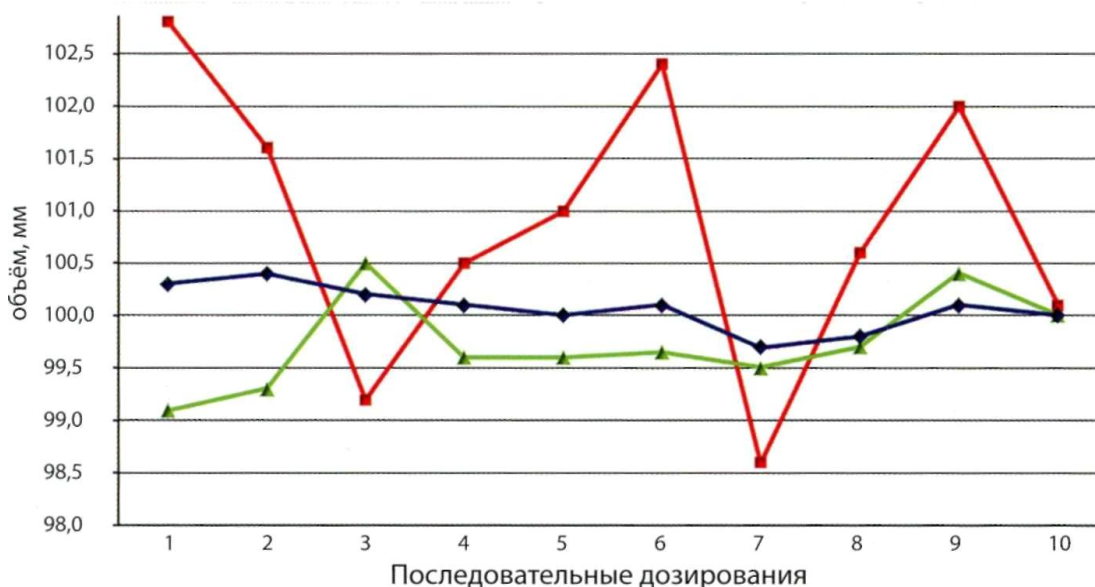


Рис. 19. Зависимость аспирированного объема пенящейся жидкости от техники дозирования. На дозаторе был выставлен объем 100 мкл. Красными квадратами обозначены значения реального объема жидкости при использовании техники прямого дозирования, синими ромбами - при обратном дозировании. Зеленые треугольники - многократное дозирование электронным дозатором или дозирование степпером.

- Использовать технику обратного дозирования для нивелирования погрешности при дозировании вязких и пенящихся растворов.

Соблюдение данных рекомендаций не всегда гарантирует получение правильных результатов, так как на точность дозирования в значительной степени влияют и другие факторы. Однако, лаборатории, выполняющие эти рекомендации, как правило, достигают лучших результатов.

Сравнительный вклад различных факторов в общую погрешность результатов

На фабрике производителя для соответствия всех дозаторов заявленному номинальному объему дозирования проводят их испытания и калибровку, используя для этого дистиллированную воду при комнатной температуре (22°C). Эти операции проводит опытный сотрудник, выполняющий по тысяче дозирований в день. В лабораторной практике часто дело обстоит по иному: изменяются факторы окружающей среды, дозируемые растворы имеют различный состав и физико-химические свойства, используются различные технологии дозирования, сотрудники лабораторий имеют разный опыт работы и профессиональные навыки. Поэтому результаты дозирования могут значительно варьироваться. Конечно, нужно быть уверенным, что дозатор работает исправно и правильным образом обслуживается, однако не менее важно периодически проверять, насколько правильно он используется и калибруется. Невозможно переоценить и важность использования соответствующего типа наконечника. Но самое главное — знать о вероятных ошибках дозирования и предотвращать их, а если это невозможно, максимально их корректировать для получения точного результата.



Рис. 20. Влияние различных факторов на погрешность измерений (в процентах) согласно данным ISO 8655-2:2002:

- 1. неисправный поршень или поршневая система в сборе;**
- 2. неподходящий наконечник;**
- 3. повторное использование наконечника;**
- 4. разница во влажности;**
- 5. оператор не коснулся стенки сосуда при сбросе жидкости;**
- 6. нет предварительного промывания наконечника;**
- 7. неравные интервалы между дозированиями, различная скорость набора жидкости;**
- 8. глубина погружения наконечника в жидкость, угол наклона дозатора;**
- 9. неравномерное движение поршня;**
- 10. разница температур дозатора, жидкости и температуры комнаты.**

На рисунке 20 приведена диаграмма, на которой отображен вклад в погрешность измерений основных факторов, влияющих на результат дозирования.

Очень часто точность дозирования не так важна, как воспроизводимость. Например, при проведении иммуноферментного анализа (ИФА) большее значение имеет одинаковое дозирование каждой пробы, а не абсолютная точность их дозирования, поскольку они сравниваются со стандартными и калибровочными контрольными образцами, входящими в состав набора для ИФА. Высокую производительность и точность, а также снижение случайной ошибки (влияние человеческого фактора) гарантирует применение для ИФА электронных дозаторов.

Предотвращение контаминации

Пользователя от контаминации (заражения) можно защитить благодаря правильно оборудованному рабочему месту, одежде и перчаткам, однако не следует забывать и о защите дозатора. Контаминация дозатора образцом может привести к очень серьезным последствиям: возможны нарушения работы дозатора вследствие загрязнения его внутренних частей, кроме того, возможно перекрестное заражение образцов и, как следствие, ложноположительные результаты исследований.

Для борьбы с контаминацией существуют 2 типа защитных фильтров (см. рис. 22): конические фильтры, которые вставляются в посадочный конус дозатора, и наконечники с защитными фильтрами.



Рис. 22. Конический фильтр и фильтр в наконечнике.

Защитные фильтры

Сменные полиэтиленовые конические фильтры выполняют роль барьера, предотвращающего попадание жидкостей и аэрозолей внутрь дозатора. Тем самым они защищают дозатор и образец от контаминации, увеличивают срок службы дозатора и интервалы между техническим обслуживанием.

Органическое или неорганическое загрязнение может создать проблемы для пользователя. Не важно, являются ли частицы загрязнения вирусными, бактериологическими, РНКазой или частицами металлов, в исследуемой среде они могут привести к ошибочным результатам. Снижение риска попадания этих частиц в образец или загрязнения используемого оборудования - задача, требующая внимания. Загрязнения могут привести к коррозии и химическому разъеданию поршня, что выведет дозатор из рабочего состояния.

Интервал замены фильтров полностью зависит от прикладной задачи и рабочего образца. Мы рекомендуем менять фильтры после каждых 50-250 дозирований и немедленно в случае попадания образца в фильтр.

При замене фильтра рекомендуется использовать пинцет (см. рис. 23), перед установкой нового фильтра очистить посадочный конус. Важно отметить, что при замене конического фильтра калибровка дозатора не требуется.

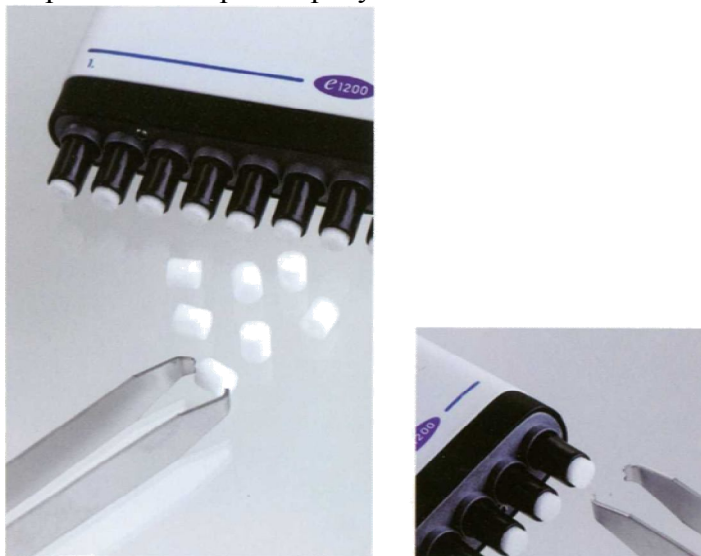


Рис. 23. Установка конических фильтров в дозатор Sartorius

Наконечники с фильтром

Использование наконечников с фильтрами необходимо при работе с ДНК, РНК, культурами клеток, радиоактивными веществами, в экспериментах, где особенно важна стерильность.

Необходимо отметить, что совместное использование конических фильтров и наконечников с фильтрами не требуется.

Дозаторы типа позитивного вытеснения

Поршневые дозаторы, работающие по принципу позитивного вытеснения, не имеют проблемы контаминации. Благодаря строению наконечника, с исследуемым образцом взаимодействует только внутренний поршень наконечника (см. рис. 24).



Рис. 24. Работа с дозатором типа позитивного вытеснения (степпером). На фото представлен дозатор Sartorius eLINE dispenser.

Поверка и калибровка дозаторов

Основным законом, обеспечивающим единство измерений, является федеральный закон №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Он определяет, какие средства измерения подлежат поверке, что такое поверка и кто может ее проводить. В соответствии с данным законом поверка - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям. Порядок проведения поверки содержится в методиках поверки, которые создаются при утверждении типа средств измерений. Иными словами, для того чтобы дозатор мог быть поверен, у него должно быть Свидетельство об утверждении типа средств измерения (до ЗОЛ 1.2009 года - Сертификат об утверждении типа). Дозирующие устройства, не имеющие такого свидетельства, не могут быть поверены, следовательно их нельзя использовать в сферах предусмотренных ФЗ №102-ФЗ (ст.1, п.3; ст.9, п.1): осуществление деятельности в области здравоохранения, ветеринарии и охраны окружающей среды.

В подавляющем большинстве случаев методика поверки дозаторов содержит следующие шаги: внешний осмотр на предмет целостности корпуса, проверка на герметичность, проверка на метрологическую точность. Стоит отметить, что методики поверки для различных дозирующих устройств отличаются в части метрологических характеристик и способов их расчетов. Таким образом, прямое сравнение погрешностей (точности, воспроизводимости) дозаторов различных производителей на основе данных из Свидетельств о поверке невозможно. Стоит отметить, что во время процедуры поверки калибровка, настройка и чистка дозаторов НЕ проводятся.

В соответствии с действующим порядком поверки средств измерений (Приказ Госстандарта №125 от 18.07.1994 года, включая изменения), если средство измерений по результатам поверки признано непригодным к применению, поверительное клеймо гасится,

«Свидетельство о поверке» аннулируется и выписывается «Извещение о непригодности». Так как конструкция дозатора не позволяет наносить (и соответственно гасить) поверительное клеймо на корпус, то выписывается только Извещение о непригодности.

Особо стоит отметить, что поверка средств измерений является формой государственного регулирования (ст.11, п.2, ФЗ №102-ФЗ) и данные услуги могут оказывать только аккредитованные в области единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели (ст.19, п.1, ФЗ №102-ФЗ). Другими словами, они должны быть аккредитованы на право поверки, а область аккредитации должна совпадать сверяемыми средствами измерений. В случае дозаторов стоит обращать внимание на минимальный и максимальный объем дозаторов, которые может поверять организация (индивидуальный предприниматель).

Межповерочный интервал для дозаторов определяется в методике поверки, в п.7.3 ISO 8655-1:2002 есть указания, определяющие максимальный интервал между метрологическими проверками в 1 год.

Профилактика и калибровка дозаторов

Профилактическое обслуживание заключается в чистке и смазке поршня, посадочного конуса дозатора, а также замене изнашиваемых частей (уплотнительного кольца, посадочного конуса и т.д.), что гарантирует более длительную и точную работу дозатора. Залипание поршня, неточное дозирование, тугой сброс наконечника - часто являются следствием загрязнения дозатора и причиной не прохождения поверки.

Мы рекомендуем проводить калибровку дозаторов не реже одного раза в квартал. Это позволит поддерживать точность дозатора. Калибровка дозаторов состоит из двух этапов. На первом этапе необходимо максимально точно настроить дозатор, используя калибровочные ключи и высокоточные весы. Необходимо максимально возможно снизить систематическую ошибку (вернуть калибровку на заводской уровень). На втором этапе нужно провести серию контрольных измерений и вычислить действительные метрологические характеристики. Метрологические характеристики дозатора вычисляются через точность и воспроизводимость, а именно определяется, насколько дозированные объемы близки к искомому (точность), и насколько результаты схожи между собой (воспроизводимость).

Самостоятельная проверка метрологических характеристик дозатора и его калибровка

Приведенные ниже методы поверки дозатора основаны на рекомендациях стандарта ISO 8655, и описаны в инструкции по эксплуатации к часто используемому в лабораториях дозатору Sartorius Proline (см. рис. 26), но могут быть применены (с необходимой адаптацией) и к другим дозирующим устройствам.

Самостоятельная проверка метрологических характеристик является превентивной и добровольной мерой. Мы рекомендуем проверять метрологические характеристики дозаторов с периодичностью 1 раз в квартал и каждый раз после проведения самостоятельного профилактического обслуживания. Однако при определении временных интервалов проведения проверки метрологических характеристик лаборант должен руководствоваться конкретными требованиями, предъявляемыми к точности дозирования в лаборатории, частотой использования дозатора в работе, свойствами дозируемых жидкостей и числом операторов, работающих дозатором (ISO 8655-1:2002).

Проверка метрологических характеристик дозатора гравиметрическим методом должна проводиться при стабильной температуре $22\pm 2^{\circ}\text{C}$, влажности выше 50% и при отсутствии сквозняков и вибраций в помещении. Перед проведением проверки дозатор, сменные наконечники и вода должны быть выдержаны в помещении проведения теста не менее 2 часов для выравнивания температуры. При проведении проверки используется дистиллированная или деионизированная вода.

Проверку необходимо проводить, используя весы, погрешность которых будет как минимум в три раза меньше погрешности дозаторов (см. табл. 1) (ISO 8655-6:2002)

Таблица 1. Минимальные требования к весам (ISO 8655-6:2002).

Выбранный объем тестируемого дозатора (V)	Дискретность весов (мг)	Повторяемость и линейность (мг)
1 мкл < V < 10 мкл	0,001	0,002
10 мкл < V < 100 мкл	0,01	0,02
100 мкл < V < 1 000 мкл	0,1	0,2
1 мл < V < 10 мл	0,1	0,2
10 мл < V < 200 мл	1	2

Гравиметрический метод проверки метрологических характеристик дозатора:

- Установите на дозаторе необходимый объем V_s.
- Аккуратно установите наконечник на посадочный конус.
- Наберите в наконечник и сбросьте воду 5 раз для выравнивая влажности воздуха внутри мертвого воздушного пространства дозатора.
- Смените наконечник.
- Смочите наконечник, заполнив его один раз водой и сбросив ее в контейнер для отходов.
- Произведите набор воды, погрузив наконечник на 2-3 мм в воду. Держите дозатор в вертикальном положении.
- Извлеките наконечник из воды (при этом дозатор должен быть в вертикальном положении).
- Произведите сброс набранной жидкости в емкость, в которой будет производиться взвешивание воды, располагая дозатор под углом 30-45 градусов к вертикали.
- Аккуратно извлеките наконечник из жидкости, прикасаясь к стенке сосуда с дозируемой жидкостью.
- Снимите показания весов (гл.).
- Повторите цикл взвешивания 10 раз (пункты 4-10).
- Преобразуйте полученные значения массы воды (г.) [мг] в объем (V.) [мкл]:

Таблица 2. Значения Z [мкл/мг] (ISO 8655-6:2002).

Температура (°C)	Атмосферное давление (кПа)						
	80	85	90	95	100	101,3	105
20,0	1,0026	1,0027	1,0027	1,0028	1,0028	1,0029	1,0029
20,5	1,0027	1,0028	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030	1,0030
21,0	1,0028	1,0029	1,0029	1,0030	1,0031	1,0031	1,0031
21,5	1,0030	1,0030	1,0031	1,0031	1,0032	1,0032	1,0032
22,0	1,0031	1,0031	1,0032	1,0032	1,0033	1,0033	1,0033
22,5	1,0032	1,0032	1,0033	1,0033	1,0034	1,0034	1,0034
23,0	1,0033	1,0033	1,0034	1,0034	1,0035	1,0035	1,0036
23,5	1,0034	1,0035	1,0035	1,0036	1,0036	1,0036	1,0037
24,0	1,0035	1,0036	1,0036	1,0037	1,0037	1,0038	1,0038

Произведите расчет среднего значения набираемого объема:

$$V_s = \sum V_i / 10, \text{ где } i = 1 \dots 10$$

Для оценки значимости отклонений объемов рассчитайте стандартное отклонение (s)

$$s = \sqrt{\sum (V_i - V_s)^2 / 9}$$

и коэффициент вариации (воспроизводимость)

$$CV = 100 \cdot s / V_s$$

Сравните полученные значения погрешностей измерений с характеристиками по спецификации или метрологическими требованиями вашей лаборатории. Если

метрологические характеристики удовлетворяют требованиям, то дозатор можно использовать в работе. Как правило, нормальные значения погрешности не превышают 1 % для дозаторов с объемом дозирования от 10 мкл. При проверке дозаторов с объемом менее 10 мкл необходимо также учитывать погрешность испарения. Мы рекомендуем проводить проверку данных дозаторов в специализированных помещениях и персоналом, имеющим достаточный опыт дозирования.

При превышении допустимых значений погрешностей необходимо произвести калибровку дозатора.

Калибровка дозаторов

Процедура калибровки дозаторов отличается для дозаторов различных производителей и модификаций. Основная идея калибровки: оставляя неизменным объем, отображенный на дисплее (счетчике), изменять его фактическое значения. Обычно данная процедура подразумевает использование калибровочных ключей. В частности, для дозаторов Sartorius поворот ключа по часовой стрелки увеличивает фактический дозируемый объем, а против часовой стрелки - уменьшает (см. рис. 27 и 28).

При работе с жидкостями, физические свойства которых значительно отличаются от свойств воды, желательно провести перекалибровку поршневого дозатора с использованием другого значения Z коэффициента, поскольку на производстве и при проведении ежегодного технического обслуживания калибровка проводится на дистиллированной воде (Z-коэффициент равен обратному значению плотности жидкости [мг/мкл] при заданном давлении и температуре).

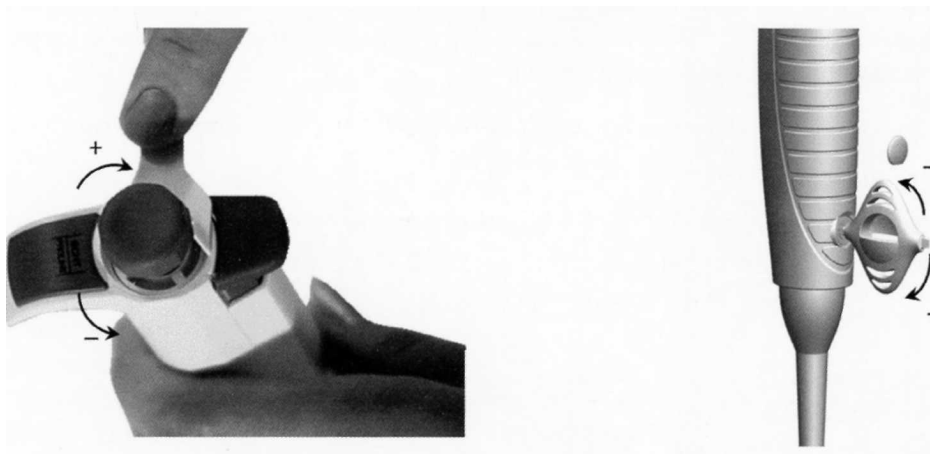


Рис. 27. Калибровка дозаторов Sartorius Proline. Рис. 28. Калибровка дозаторов Sartorius Proline Plus и mLINE.

При этом дозатор будет корректно дозировать только установленный объем, на котором проводилась перекалибровка. На внешней стороне такого дозатора должен быть указан тип жидкости, для которой теперь применимо значение номинального объема.