

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

Е. А. Осипова

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В КРИМИНАЛИСТИКЕ

Методические указания

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и по направлению подготовки 04.04.01 Химия

Оренбург
2019

УДК 543:343.98(076.5)
ББК 24.4я7+67.52я7
О 74

Рецензент – доцент, кандидат технических наук, Т.Ф. Тарасова

О 74 **Осипова, Е. А.**
Химический анализ в криминалистике: методические указания /
Е.А. Осипова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019.

Методические указания содержат лабораторные работы по химическому анализу, применяемому в криминалистической экспертизе. Описаны основные методы исследования при проведении экспертизы материалов, веществ и изделий, приводятся вопросы для самоподготовки и самостоятельного изучения разделов дисциплин.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы при изучении дисциплин «Химический анализ в криминалистике» и «Судебно-химическая экспертиза» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Аналитическая химия» и направлению подготовки 04.04.01 Химия, магистерская программа «Физическая и аналитическая химия».

Данные методические указания могут быть полезны и для других нехимических специальностей при выполнении химического эксперимента и лабораторных работ.

УДК 543:343.98(076.5)
ББК 24.4я7+67.52я7

© Осипова Е. А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

1 Правовые основы деятельности эксперта. Организация проведения судебно-химической экспертизы в РФ	5
1.1 Организация судебно-экспертной деятельности.....	5
1.2 Виды судебных экспертиз	8
1.3 Контрольные вопросы.....	11
2 Лабораторные работы по криминалистической экспертизе материалов, веществ и изделий	12
2.1 Лабораторная работа № 1 Криминалистическое исследование волокон и волокнистых материалов	12
2.2 Лабораторная работа № 2 Криминалистическое исследование лакокрасочных материалов.....	16
2.3 Лабораторная работа № 3 Криминалистическое исследование нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов	18
2.4 Лабораторная работа № 4 Криминалистическое исследование материалов письма и документов.....	19
2.5 Лабораторная работа № 5 Криминалистическое исследование продуктов выстрела.....	21
2.6 Лабораторная работа № 6 Криминалистическое исследование металлов, сплавов и изделий из них.....	23
2.7 Лабораторная работа № 7 Криминалистическое исследование маркировочных обозначений.....	24
2.8 Лабораторная работа № 8 Криминалистическое исследование стекол и изделий из него	25
2.9 Лабораторная работа № 9 Криминалистическое исследование полимерных материалов и резины	26
2.10 Лабораторная работа № 10 Криминалистическое исследование веществ почвенного происхождения.....	29

2.11 Лабораторная работа № 11 Криминалистическое исследование лекарственных препаратов на наличие / отсутствие в них наркотических и сильнодействующих веществ	31
Список использованных источников	34
Приложение А Вид волокон под микроскопом	37

1 Правовые основы деятельности эксперта. Организация проведения судебно-химической экспертизы в РФ

1.1 Организация судебно-экспертной деятельности

Государственную судебно – экспертную деятельность в Российской Федерации регламентирует Федеральный закон РФ от 31.05.2001 № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».

Вышеуказанный Федеральный закон определяет правовую основу, принципы организации и основные направления государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации в гражданском, административном и уголовном судопроизводстве.

Производство судебной экспертизы с учетом особенностей отдельных видов судопроизводства регулируется соответствующим процессуальным законодательством Российской Федерации.

Государственная судебно-экспертная деятельность осуществляется в процессе судопроизводства государственными судебно-экспертными учреждениями и государственными судебными, состоит в организации и производстве судебной экспертизы.

Задачей государственной судебно-экспертной деятельности является оказание содействия судам, судьям, органам дознания, лицам, производящим дознание, следователям и прокурорам в установлении обстоятельств, подлежащих доказыванию по конкретному делу, посредством разрешения вопросов, требующих специальных знаний в области науки, техники, искусства или ремесла.

Правовой основой государственной судебно-экспертной деятельности являются Конституция Российской Федерации, настоящий Федеральный закон, Гражданский процессуальный кодекс РСФСР, Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации, Уголовно-процессуальный кодекс РСФСР, Кодекс РСФСР об административных правонарушениях, Таможенный кодекс Российской

Федерации, Налоговый кодекс Российской Федерации, законодательство Российской Федерации о здравоохранении, другие федеральные законы, а также нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, регулирующие организацию и производство судебной экспертизы.

Государственная судебно-экспертная деятельность основывается на принципах законности, соблюдения прав и свобод человека и гражданина, прав юридического лица, а также независимости эксперта, объективности, всесторонности и полноты исследований, проводимых с использованием современных достижений науки и техники. Нарушение закона при осуществлении судебно-экспертной деятельности недопустимо и влечет за собой ответственность, установленную законодательством Российской Федерации.

Государственная судебно-экспертная деятельность осуществляется при неуклонном соблюдении равноправия граждан, их конституционных прав на свободу и личную неприкосновенность, достоинство личности, неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну, защиту чести и доброго имени, а также иных прав и свобод человека и гражданина согласно общепризнанным принципам и нормам международного права и в соответствии с Конституцией Российской Федерации.

Эксперт – лицо, обладающее специальными знаниями и назначенное в порядке, установленном УПК РФ для производства судебной экспертизы и дачи заключения.

При производстве судебной экспертизы эксперт независим, он не может находиться в какой-либо зависимости от органа или лица, назначивших судебную экспертизу, сторон и других лиц, заинтересованных в исходе дела. Эксперт дает заключение, основываясь на результатах проведенных исследований в соответствии со своими специальными знаниями.

Заключение эксперта – представленные в письменном виде содержание исследования и выводы по вопросам, поставленным перед экспертом лицом, ведущим производство по уголовному делу, или сторонами.

Не допускается воздействие на эксперта со стороны судов, судей, органов

дознания, лиц, производящих дознание, следователей и прокуроров, а также иных государственных органов, организаций, объединений и отдельных лиц в целях получения заключения в пользу кого-либо из участников процесса или в интересах других лиц.

Лица, виновные в оказании воздействия на эксперта, подлежат ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Эксперт проводит исследования объективно, на строго научной и практической основе, в пределах соответствующей специальности, всесторонне и в полном объеме.

Заключение эксперта должно основываться на положениях, дающих возможность проверить обоснованность и достоверность сделанных выводов на базе общепринятых научных и практических данных.

Экспертное заключение включает:

1) вводную часть: сведения об эксперте (ФИО, образование, специальность, стаж работы, ученую степень) подразделение, где проводилась экспертиза, дату, время, номер экспертизы, ее наименование, а также вид.

В вводной части также указывается основание проведения экспертизы: вид, дата, постановление, краткое изложение обстоятельств дела, сведения об органе или лице, назначившем экспертизу.

Обязательно в вводной части должны иметься сведения, предупреждающие эксперта об ответственности за дачу заведомо ложного заключения. Данные о лицах, присутствующих при проведении экспертизы. Объекты и материалы экспертизы, их подробное описание.

Заключительным пунктом в вводной части будут вопросы, поставленные перед экспертом.

2) исследовательская часть: осмотр и исследование представленных объектов, методы исследования, расходный материал, применяемая техника. Оценка отдельных этапов исследования. Анализ полученных результатов в целом, обоснование и формулировка выводов.

3) выводы: ответ на поставленный вопрос и на вопросы, которых не было в

постановлении, но имеющих непосредственное отношение к делу. Подпись, печать эксперта.

1.2 Виды судебных экспертиз

Перечень родов (видов) судебных экспертиз, производимых в экспертно-криминалистических подразделениях органов внутренних дел Российской Федерации, согласно приказу № 511 МВД РФ от 29 июня 2005 г. представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Виды судебных экспертиз, производимых в экспертно-криминалистических подразделениях органов внутренних дел Российской Федерации и соответствующих им экспертных специальностей

№ п/п	Род (вид) судебной экспертизы	Экспертная специальность
1	2	3
1	Автороведческая	Автороведческая (исследование письменных текстов)
2	Автотехническая	Исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия
		Исследование технического состояния деталей и узлов транспортных средств
		Исследование следов столкновения на транспортных средствах и месте дорожно-транспортного происшествия (ранее – транспортно-трассологическая экспертиза)
		Исследование маркировочных обозначений транспортных средств
3	Баллистическая	Баллистическая (исследование огнестрельного оружия, патронов к нему, следов их действия и обстоятельств выстрела)

Продолжение таблицы 1

1	2	3
4	Биологическая экспертиза тканей и выделений человека, животных	Исследование ДНК (ранее генотипоскопия)
		Исследование групповых антигенов (ранее – серология)
		Исследование белков и ферментов (ранее изоэлектрофокусирование)
		Исследование волос человека и животных
		Исследование клеточных структур (ранее – цитология)
		Исследование запаховых следов человека (ранее – одорология)
5	Ботаническая	Ботаническая (исследование объектов растительного происхождения)
6	Бухгалтерская	Бухгалтерская (исследование содержания записей бухгалтерского учета)
7	Видеотехническая	Видеотехническая (техническое исследование видеogramм)
8	Взрыво-техническая	Взрывотехническая (исследование взрывчатых веществ, промышленных и самодельных устройств, содержащих ВВ, их отдельных элементов, макетов, муляжей, остатков после срабатывания и следов взрыва)
9	Геммологическая	Геммологическая (исследование драгоценных, поделочных камней, их имитаций и изделий из них)
10	Дактилоскопическая	Дактилоскопическая (исследование следов рук человека)
11	Компьютерная	Компьютерная (исследование компьютерной информации)
12	Лингвистическая	Лингвистическая (исследование текста письменного документа или устного высказывания с целью решения вопросов смыслового понимания)
13	Медико-криминалистическая	Восстановление папиллярных узоров измененных кистей рук трупов
		Восстановление прижизненного облика и установление личности трупа по черепу
14	Налоговая	Налоговая (исследование исполнения обязательств по исчислению налогов и сборов)
15	Пожарно-техническая	Пожарно-техническая (исследование закономерностей возникновения и развития пожара, слеодообразования на объектах, составляющих вещную обстановку места происшествия)

Продолжение таблицы 1

1	2	3
16	Портретная	Портретная (идентификация (отождествление) личности по признакам внешности)
17	Почвоведческая	Почвоведческая (исследование объектов почвенного происхождения)
18	Почерковедческая	Почерковедческая (исследование почерка и подписей)
19	Технико-криминалистическая экспертиза документов	Технико-криминалистическая экспертиза документов (исследование документов и их реквизитов, технических средств, использованных для их подделки; восстановление содержания поврежденных документов)
20	Трасологическая	Трасологическая (исследование следов ног, зубов, губ, ногтей человека, обуви, транспортных средств, орудий и инструментов, производственных механизмов на изделиях массового производства; одежды и ее повреждений, узлов и петель, целого по частям, запирающих механизмов и сигнальных устройств и других следов)
21	Финансово-аналитическая	Финансово-аналитическая (исследование финансового состояния)
22	Фоноскопическая	Идентификация лиц по фонограммам устной речи Техническое исследование фонограмм
23	Фототехническая	Фототехническая (исследование фотографических изображений, технических средств, используемых для их изготовления, и фотографических материалов)
24	Экспертиза материалов, веществ и изделий	Исследование наркотических средств, психотропных, сильнодействующих и ядовитых веществ
		Исследование специальных химических веществ
		Исследование волокон и волокнистых материалов
		Исследование лакокрасочных материалов и лакокрасочных покрытий
		Исследование маркировочных обозначений на изделиях из металлов, полимерных и иных материалов
		Исследование металлов и сплавов
		Исследование нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов
		Исследование порохов и продуктов выстрела
Исследование стекла и керамики		

Продолжение таблицы 1

1	2	3
24	Экспертиза материалов, веществ и изделий	Исследование полимерных материалов и резины
		Исследование материалов письма и документов
25	Экспертиза пищевых продуктов	Исследование пищевых продуктов
		Исследование спиртосодержащих жидкостей
26	Экспертиза холодного и метательного оружия	Экспертиза холодного и метательного оружия (установление принадлежности предмета к холодному и метательному оружию)

1.3 Контрольные вопросы

- 1) В чем заключаются геммологические исследования? Какие методы анализа при этом используются?
- 2) Каковы задачи государственной судебно-экспертной деятельности? Какими органами она осуществляется?
- 3) Какие нормативные правовые акты лежат в основе государственной судебно-экспертной деятельности?
- 4) Перечислить роды (виды) судебной экспертизы. В каких из этих видов требуется применение физико-химических методов анализа?
- 5) Перечислить права эксперта при проведении экспертизы
- 6) Какие виды криминалистических исследований входят в область экспертной деятельности химика-эксперта?

2 Лабораторные работы по криминалистической экспертизе материалов, веществ и изделий

2.1 Лабораторная работа № 1 Криминалистическое исследование волокон и волокнистых материалов

Цель работы: провести физико-химическое исследование нитей (по схеме сравнительного исследования).

Приборы и посуда: биологический микроскоп «Микромед»; коллекция волокон; 7 покровных и 7 предметных стекол; водно-глицериновая смесь в соотношении 1:1; хроматографическая камера; хроматографические пластины «Силуфол».

Реактивы: бутанол, этанол, уксусная кислота, диметилформамид.

Методика проведения исследования: студентам выдаются объекты исследования и постановление с вопросами, на которые необходимо дать ответ.

В постановлении вопросы могут быть сформулированы следующим образом:

- какова природа представленных волокон?
- пригодны ли они для сравнительного исследования? Если да, то неодинаковые ли они по химическому составу с волокнами, входящими в состав какой-либо одежды?
- каково применение волокон, взятых с места происшествия?
- находились ли представленные предметы одежды в контактном взаимодействии?

Для того чтобы студент мог дать ответ на поставленные вопросы необходимо провести исследование объектов, представленных на экспертизу.

Основные этапы исследования:

1) Микроскопия

Толщину нити определяют в поле зрения микроскопа при увеличении до 56х

при помощи окуляр-микрометра в миллиметрах.

Направление крутки нити определяется в поле зрения микроскопа МБС-9 при увеличении до 12х. Нить в поле зрения микроскопа помещают вертикально. Схема определения шага и направления крутки нити приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Определение шага и направления крутки нити

Вид и природу волокон, входящих в состав нити определяют в поле зрения биологического микроскопа «Микромед» при увеличении до 120х. Для этого, при помощи иглы, разволокняют нить, устанавливают количество прядей, затем полученные волокна помещают на предметное стекло в каплю водно-глицериновой смеси, в соотношении 1:1 и накрывают покровным стеклом. Аналогично готовятся микропрепараты из коллекции волокон. Исследуемые волокна сравнивают с волокнами из коллекции в поле зрения вышеуказанного микроскопа, определяя вид и природу волокон, входящих в состав анализируемой нити.

Анализируемые объекты сравнивают при одновременном их помещении в поле зрения микроскопа.

Результаты проведенного микроскопического исследования приводят в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования волокон и волокнистых материалов

Исследуемые объекты	Цвет нитей	Толщина нити, мм	Вид и цвет волокон входящих в состав нитей	Направление и шаг крутки	Количество прядей

2) Установление вида и природы волокна проводят по схеме экспресс-анализа, представленного на рисунке 2.

СХЕМА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН

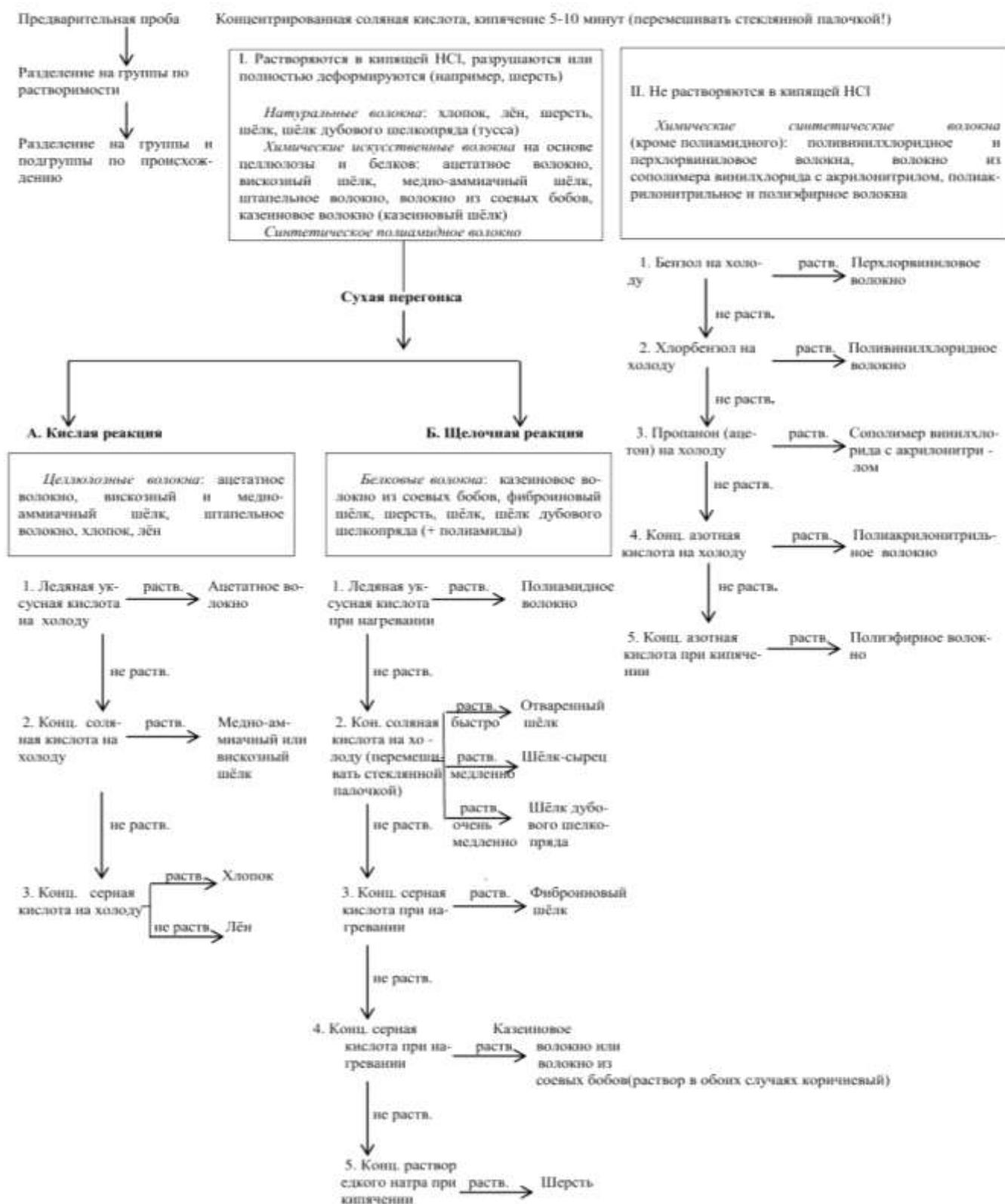


Рисунок 2 – Основные этапы экспресс-анализа волокон

3) Исследование характера горения проводят согласно таблице 3.

Таблица 3 – Характер горения волокон

Вид волокна	Характер горения
Хлопок	Горит быстрым ровным пламенем. Пепел светло-серый, рассыпающийся. Запах жженой бумаги.
Лен	Горит быстрым ровным пламенем. Пепел светло-серый, рассыпающийся. Запах жженой бумаги.
Шерсть	Плохо горит, образуя плотный спекшийся шарик. Запах жженого пера.
Шелк	Плохо горит, образуя плотный спекшийся шарик. Запах жженого пера.
Вискоза	Горит быстрым ровным пламенем. Пепел светло-серый, рассыпающийся. Запах жженой бумаги.
Ацетатное волокно	Сначала плавится, а потом горит, образуя ломкий воздушный шарик. Кислый запах.
Капрон	Плавится без пламени, образуя мягкий шарик. Без запаха.

Формируют вывод по результатам исследования пробы на горение.

4) Исследование красителей окрашенных волокон проводят методом тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Для проведения тонкослойной хроматографии исследуемые объекты помещают в бюксы и заливают диметилформамидом. Полученные экстракты наносят на хроматографическую пластину «Силуфол», которую помещают в стеклянную камеру с системой растворителей: бутанол количество окрашенных зон, их индекс Rf.

Формируют вывод по результатам исследования: (красители сравниваемых волокон имеют между собой одинаковый (различный) компонентный состав), волокна идентичны / различны.

Контрольные вопросы:

1) Какие методы исследований используются при исследовании волокон и волокнистых материалов?

- 2) При исследовании каких волокон целесообразно проводить ТСХ?
- 3) На какие виды делятся волокна по происхождению?
- 4) Что представляет собой реактив Швейцера? Какие волокна в нем растворяются?
- 5) Каковы торговые названия полиакрилонитрильного волокна?

2.2 Лабораторная работа № 2 Криминалистическое исследование лакокрасочных материалов

Цель работы: провести физико-химическое исследование лакокрасочных материалов.

Приборы и посуда: микроскоп «Микромед»; окуляр-микрометр.

Реактивы: этанол, бензол, ацетон, концентрированная серная кислота.

Методика проведения исследования: студентам выдаются образцы неизвестного вещества.

Химическое исследование: частицы вещества помещают в углубление фарфоровой пластины и подвергают воздействию органических растворителей (этанол, бензол, ацетон).

Оптическая микроскопия: представленные частицы лакокрасочного материала исследуют с помощью стереоскопического микроскопа Микромед, при увеличении от 6 до 42х. Результаты исследования лакокрасочных покрытий (ЛКП) приводят в таблице 4.

Таблица 4 – Микроскопическое исследование ЛКП

Исследуемые объекты	Количество слоев	Цвет	Структура и морфология поверхности лицевого слоя	Толщина лицевого слоя, мм

Исследование пигментной части: представленные частицы лакокрасочного материала помещают в углубление фарфоровой пластины и воздействуют на них концентрированной серной кислотой с последующим разбавлением дистиллированной водой. Результаты исследования приводят таблице 5.

Таблица 5 – Исследование пигментной части ЛКП

Исследуемые объекты	Химические реактивы	
	Концентрированная серная кислота	После разбавления водой

Формируют вывод по результатам исследования: например, исследуемые частицы под действием растворителей набухают, что свидетельствует о наличии в их составе связующего, что характерно для лакокрасочного материала и так далее.

Контрольные вопросы:

- 1) Каковы правила отбора жидких лакокрасочных материалов?
- 2) Каковы особенности отбора проб при притертостях на кузове автомобиля, одежде или другом носителе?
- 3) Каковы правила описания структуры и морфологии поверхности лицевого слоя ЛКП при проведении оптической микроскопии?
- 4) Перечислите основные компоненты ЛКП
- 5) Изобразите строение лакокрасочной пленки и укажите функции компонентов, составляющих пленку.

2.3 Лабораторная работа № 3 Криминалистическое исследование нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов

Цель работы: провести физико-химическое исследование нефтепродуктов (НП) и горюче-смазочных материалов (ГСМ) по схеме сравнительного исследования

Приборы и посуда: хроматографическая камера; хроматографические пластины «Сорбфил»; микроскоп «Микромед»; облучатель хроматографический УФС 254/365.

Реактивы: гексан, октан, бензол, реактив Марки, толуол, уксусная кислота, петролейный эфир, хлороформ.

Ход работы

Оптическая микроскопия: представленные образцы вещества исследуют визуально и с помощью микроскопа Микромед.

Тонкослойная хроматография: образцы исследуемых веществ помещают в бюксы и заливают гексаном. Исследуемые экстракты, с помощью капилляров, наносят на хроматографические пластины «Сорбфил», которые помещают в стеклянную камеру с системой растворителей гексан : петролейный эфир : уксусная кислота в соотношении 70 : 30 : 2.

Полученные хроматограммы исследуют в ультрафиолетовых лучах, затем проявляют реактивом Марки (серная кислота : формалин (9:1)).

Газовая хроматография: образцы исследуемых веществ диспергируют в колбе в 10 мл петролейного эфира и фильтруют. Остаток на фильтре промывают 10 мл смеси толуол : уксусная кислота (7:3). Полученный фильтрат переливают в делительную воронку и трижды промывают водой по 5 мл. Отбирают органический слой, упаривают досуха, остаток растворяют в 1 мл хлороформа и исследуют газохроматографическим методом.

Контрольные вопросы:

- 1) Что является предметом криминалистической экспертизы НП и ГСМ?
- 2) На какие виды по назначению классифицируются НП и ГСМ?
- 3) Что означает маркировка АИ-92? АМ-92?
- 4) Какие виды дизельного топлива установлены в зависимости от условий применения?
- 5) В чем заключаются особенности поиска следов НП и ГСМ?

2.4 Лабораторная работа № 4 Криминалистическое исследование материалов письма и документов

Цель работы: провести исследование красителей шариковых ручек и печатного текста (по схеме сравнительного исследования)

Приборы и посуда: хроматографическая камера; хроматографические пластины «Силуфол»; микроскоп «Микромед»; облучатель хроматографический УФС 254/365.

Реактивы: этилацетат, изопропанол, вода, уксусная кислота, хлороформ.

Оптическая микроскопия и исследование в УФС: представленные образцы текста исследуют с помощью микроскопа и в ультрафиолетовых лучах хроматографического облучателя.

Тонкослойная хроматография: с участков печатного и рукописного текста делают вырезки. Полученные вырезки помещают в бюксы с хлороформом. Полученные экстракты наносят на хроматографические пластины «Силуфол», которые помещают в камеру с системой растворителей: этилацетат – изопропанол – вода – уксусная кислота в соотношении 30: 15: 10: 1.

После хроматографирования хроматографическую пластину сушат и исследуют визуально, при естественном освещении, и в ультрафиолетовых лучах

хроматографического облучателя УФС 254/365, отмечая при этом выявленные зоны.

Результаты проведенного исследования приводят в таблице 6.

Таблица 6 – Хроматографическое исследование чернил

Исследуемые объекты	Цвет зон видимой области	Значение Rf	Цвет зон ультрафиолетовой области	Значение Rf

Вывод делают исходя из целей лабораторной работы: сравниваемые объекты одинаковы или отличаются.

Контрольные вопросы:

- 1) Что является предметом криминалистической экспертизы материалов документов?
- 2) Какие вопросы могут быть поставлены перед экспертом при исследовании материалов письма и документов?
- 3) Каковы морфологические особенности штриха фломастера?
- 4) Что представляет собой силикатный клей? Как можно доказать наличие силикатного клея?
- 5) В чем заключается исследование методом копирования? Какие растворители для этого используют?

2.5 Лабораторная работа № 5 Криминалистическое исследование продуктов выстрела

Цель работы: Определить имеются ли на представленных на исследование объектах остатки продуктов выстрела? Если да, то какого именно, каковы его свойства и область применения?

Реактивы: дифениламин, концентрированная серная кислота, уксусная кислота, кобальтинитрит натрия, гидроксид натрия, хлорид бария.

Микроскопическим исследованием (микроскоп типа Микромед, увеличение 56^x) изучают поверхность объекта и края отверстия, отыскивая характерные признаки: несгоревшие порошины, копоть, опаление. Наличие указанных следов (в отдельности или в совокупности) в зоне, примыкающей к отверстию, свидетельствует о близком выстреле.

Визуальным осмотром определяют внешний вид зерен пороха, который зависит от его вида:

- 1) зерна дымного пороха – бесформенные глыбки черного цвета;
- 2) зерна бездымного пороха – цилиндрические, пластинчатые, трубчатые, сферические либо другие, но определенной формы от серо-желтого до бледно-зеленого цвета.

Проба на вспышку: исследуемые зерна помещают в небольшую колбу или на предметное стекло, которое снизу осторожно начинают нагревать в слабом пламени горелки. Пороховые зерна при этом сгорают с характерной вспышкой.

Обработка горячей водой. Результаты обработки горячей водой различаются для различных видов пороха:

- обработка бездымного пороха не оказывает воздействия на вид его зерен;
- зерна дымного пороха в горячей воде распадаются; селитра переходит в раствор, сера и уголь остаются в осадке.

Качественные реакции на установление вида пороха

Установление бездымного пороха. Исследуемые частицы помещают в 1 %

раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте. На наличие зерен бездымного пороха указывает появление медленно исходящих от них струек вначале желто-зеленого, а затем синего цвета. Зерна, для которых имела место указанная реакция, вынимают из реактива, сушат и проводят пробу на вспышку. При вспышке наблюдается запах оксидов азота (нитритов).

Установление дымного пороха. Экспертное исследование на наличие дымного пороха производят с помощью качественных химических реакций:

– к раствору прибавляют каплю уксусной кислоты и две капли насыщенного водного раствора кобальтинитрита натрия. Выпадение желтого осадка свидетельствует о присутствии ионов калия;

– к раствору прибавляют две капли раствора азотнокислого бария. Выпадение белого осадка характерно для сульфатов и карбонатов.

Качественная реакция на ион железа – реакция со щелочью. Если в растворе есть ионы железа, то образуется гидроксид железа (III) бурого цвета или образование темного серо-зеленого осадка - гидроксид железа (II).

Качественная реакция на ион меди. При взаимодействии раствора, содержащего катионы меди с раствором гидроксида натрия, образуется ярко-голубой студенистый осадок.

Качественная реакция на катион свинца – образование осадка белого цвета гидроксида свинца.

Качественная реакция на катион сурьмы (III) и сурьмы (V). К нескольким каплям раствора прибавьте воды. В результате гидролиза образуются белые осадки оксосолей сурьмы. При добавлении сульфида натрия выпадает оранжевый осадок сульфида сурьмы.

На основе предварительных исследований сделать вывод о наличии пороха и его виде (дымный или бездымный).

Контрольные вопросы:

1) Что изучает криминалистическая баллистика?

- 2) Что понимают под следами выстрела?
- 3) Какие элементы обнаруживаются в следах выстрела?
- 4) Каким образом производится микроскопическое исследование налета в канале оружейного ствола?
- 5) Какие ионы можно обнаружить в продуктах выстрела? С помощью каких реакций их можно обнаружить?

2.6 Лабораторная работа № 6 Криминалистическое исследование металлов, сплавов и изделий из них

Цель работы: провести физико-химическое исследование металлов и изделий из него (по схеме сравнительного исследования).

Ход работы: подготовить рентгенофлуоресцентный анализатор в соответствии с руководством пользователя к работе, положить исследуемый образец в кювету, закрыть пленкой и поместить в спектрометр.

Установить интересующие параметры анализа, сделать расшифровку полученных спектров и сформулировать вывод.

Контрольные вопросы:

- 1) Каковы основные задачи, которые решает экспертиза металлов, сплавов и изделий из них?
- 2) Что является объектами криминалистической экспертизы металлов, сплавов и изделий из них?
- 3) Что является предметом криминалистической экспертизы металлов, сплавов и изделий из них?
- 4) Классификация металлов по физическим, химическим свойствам и степени распространенности.

5) Какие методы исследования применяются при металловедческой экспертизе?

2.7 Лабораторная работа № 7 Криминалистическое исследование маркировочных обозначений

Цель работы: восстановить уничтоженный номер на изделии из металла и / или пластмассы.

Приборы и посуда: 30 % раствор NaOH, этанол, хлороформ, петролейный эфир, наждачная бумага, паста ГОИ, пластилин.

Методика проведения исследования

Студентам выдаются фрагмент металла (алюминия) и фрагмент пластмассы, на поверхностях которых ранее имевшийся номер был уничтожен. Вокруг предполагаемой маркировки делается ванночка из пластилина, внутрь которой заливается реагент в зависимости от состава исследуемого объекта (для алюминиевых сплавов – 30 % щелочь, для стальных – смесь азотной и соляной кислот 3:1, для полимерных материалов – органические растворители, например ДМФА).

По результатам исследования сделать вывод о исходной маркировке исследуемого объекта.

Контрольные вопросы:

1) Что является объектами криминалистического исследования маркировочных обозначений на изделиях из металлов, полимерных и иных материалов?

2) Что является предметом криминалистического исследования маркировочных обозначений?

3) Какие бывают способы и методы нанесения маркировочных знаков на изделия?

4) Какие изменения происходят в металлах и сплавах при нанесении рельефных изображений?

5) Каковы основные методы восстановления удаленных обозначений на металлах?

2.8 Лабораторная работа № 8 Криминалистическое исследование стекол и изделий из него

Цель работы: провести физико-химическое исследование стекол и изделий из него (по схеме сравнительного исследования).

Приборы и посуда: микроскоп, аналитические весы, цилиндр.

Ход работы:

1) внешний осмотр и исследование представленных объектов (цвет, толщина, наличие узоров или изображений, трещин и тому подобное);

2) микроскопическое исследование (структура стекла, наличие слоев и дефектов прозрачность, блеск, острые края и тому подобное);

3) определение плотности стекла гидростатическим взвешиванием (взвешивают цилиндр с водой (1/3) и измеряют изначальный объем воды в цилиндре, после помещают измельченное стекло в цилиндр. Также измеряют полученные вес цилиндра и объем воды с образцом).

Рассчитывают плотность стекла (ρ , г/см³) по формуле:

$$\rho = (m_2 - m_1) / (V_2 - V_1), \quad (1)$$

где m_1 – масса цилиндра с водой, г;

m_2 – масса цилиндра с водой и образцом, г;

V_1 – изначальный объем воды в цилиндре, см³;

V_2 – полученный объем воды в цилиндре с образцом см³.

Полученные данные записывают в таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты по исследованию стекол и изделий из них

№ объекта	Внешний осмотр	Микроскопическое исследование	Плотность стекла, г/см ³

Контрольные вопросы:

- 1) Что является предметом криминалистической экспертизы стекла и изделий из него?
- 2) Что является объектами криминалистической экспертизы стекла и изделий из него?
- 3) Какие бывают виды стекол и их области применения?
- 4) Основные задачи, решаемые при предварительном исследовании объектов из стекла?
- 5) Методы анализа, используемые при криминалистической экспертизе стекла и изделий из него?

2.9 Лабораторная работа № 9 Криминалистическое исследование полимерных материалов и резины

Цель работы: провести физико-химическое исследование полимерных материалов и резины (по схеме сравнительного исследования).

Приборы и посуда: облучатель хроматографический УФС 254/365; микроскоп «Микромед»; спиртовка; аналитические весы.

Реактивы: толуол, диэтиловый эфир, этанол, ацетон, диметилформамид.

Методика проведения исследования

Физико-химические исследования полимерных материалов: образцы сравниваемых объектов помещают в углубления часового стекла и воздействуют растворителями (при нагревании). Результаты исследования приводят в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнение растворимости исследуемых образцов

№ объекта	Растворимость			
	Спирт этиловый	Вода	Ацетон	Диметилформамид
Объекты				

Формируют вывод по результатам исследования.

Испытание на горение: на поверхность прокаленной и затем охлажденной медной сетки помещают образцы исследуемых объектов и нагревают в пламени спиртовки.

Формируют вывод по результатам исследования.

Физико-химические исследования резины

Оптическая микроскопия: образцы сравниваемых объектов исследуют в поле зрения микроскопа при увеличении от 8 до 56 х.

Формируют вывод по результатам исследования (одинаковы или нет по морфологическим признакам, отмечают цвет и структуру).

Определение предела набухания: микрообразцы исследуемых объектов помещают в углубление фарфоровой пластины и добавляют каплю толуола. С помощью микроскопа, при увеличении от 8 до 56 х, определяют изменение линейных размеров частиц в течение времени.

В результате устанавливают, что сравниваемые объекты имеют (не имеют) предел набухания, что характерно (не характерно) для резин.

Определение степени набухания: образцы сравниваемых объектов

взвешиваются (заранее преподавателем) с помощью аналитических весов, затем помещаются в толуол на 24 часа. По истечении указанного времени образцы промывают в диэтиловом эфире и производят взвешивание в течение времени. После этого строят график зависимости изменения массы образцов во времени.

Определение степени набухания образцов производят по формуле:

$$Q = (m - m_0) / m_0, \quad (2)$$

где Q – степень набухания;

m – набухшая масса;

m_0 – исходная масса.

В результате проведенного исследования установлено, что объекты имеют следующую степень набухания: объект 1 – ..., объект 2 –

Вывод: таким образом, сравниваемые объекты имеют одинаковую (различную) степень набухания.

По полученным данным комплексного сравнительного анализа сделать вывод о типе исследуемых полимеров и их идентичности / неидентичности.

Контрольные вопросы:

1) Что является объектами криминалистической экспертизы пластмасс, резин и изделий из них?

2) Что является предметом криминалистической экспертизы пластмасс, резин и изделий из них?

3) Виды экспертиз, из которых состоит криминалистическая экспертиза пластмасс, резин и изделий из них?

4) Типовые задачи криминалистической экспертизы пластмасс, резин и изделий из них?

5) Комплекс методов, используемый при исследовании пластмасс, резин и

изделий из них?

2.10 Лабораторная работа № 10 Криминалистическое исследование веществ почвенного происхождения

Цель работы: определить имеют ли почвенные наслоения, изъятые с предмета-носителя, и почва с места происшествия общую родовую или групповую принадлежность, и установить принадлежат ли почвенные наслоения, изъятые с предмета-носителя, месту происшествия.

Схема исследования почвы:

- 1) Определение морфологических свойств почв (микроскопический метод);
- 2) Определение механического состава (полевым методом);
- 3) Определение карбонатности;
- 4) Определение элементного состава (РФА);

Микроскопия: представленные образцы почвы измельчают в фарфоровой ступке с помощью фарфорового пестика, раздавливая комочки, но не перетирая их. Далее образцы почвы просеивают с помощью сита с размером ячеек 1 мм × 1 мм.

Морфологические свойства и микрочастицы антропогенных компонентов представленных объектов изучают в поле зрения микроскопа.

Полевой метод: метод применяется для почв как в сухом, так и во влажном состоянии. Небольшое количество сухой почвы растирают на ладони и определяют на ощупь. Чем больше почвы втирается в кожу, тем тяжелее ее механический состав. К хорошо растертой пробе почвы добавляют воду до тестообразного состояния (если почва карбонатная, то добавляют 10 % раствор HCl) и из приготовленной массы скатывают шарик или шнур. Сравнения ведут по признакам в соответствующей классификации почв.

Определение карбонатности: на предметное или часовое стекло помещают небольшое количество средней пробы почвы и добавляют 2 капли 10 % HCl. Если

почва карбонатная, то наблюдается реакция «вскипания» – выделение углекислого газа, интенсивность которого зависит от содержания карбонатов.

Оценку содержания карбонатов проводят по таблице 9.

Таблица 9 – Зависимость интенсивности «вскипания» от степени карбонатности почв

Реакция «вскипания»	Примерное содержание почв	Степень карбонатности
Очень сильная (бурная)	10	Сильнокарбонатные
Сильная и продолжительная	5-10	Сильнокарбонатные
Заметная, но кратковременная	3-4	Среднекарбонатные
Слабая и кратковременная	2-3	Среднекарбонатные
Очень слабая и малозаметная	1-2	Слабокарбонатные
Отсутствует	1	Некарбонатные

Рентгенофлуоресцентный анализ. Пробоподготовка обязательно включает в себя: выделение из всех сравниваемых почвенных объектов одноразмерных фракций, удаление инородных включений (волокон, металлов, лакокрасочных покрытий, частиц растительности, и прочее). При исследовании суглинистых и более тяжелых почв рекомендуется выделять из почв фракции размером менее 0,1 мм.

Слой почвы, равномерно распределенный по поверхности, получают способом осаждения суспензии порошковых проб в виде тонкого слоя на бумажном фильтре. На дно специального стакана с сетчатым дном помещают бумажный фильтр. В стакан устанавливают цилиндрический вкладыш с внутренним диаметром от 20 до 30 мм. В отверстие вкладыша насыпают от 10 до 50 мг почвы и вливают от 3 до 5 см³ спирта. Для равномерного распределения почвы в спирте стакан закрывают крышкой, энергично встряхивают в течение 5 секунд и устанавливают на горизонтальную плоскость.

После фильтрации спирта бумажный фильтр с осажженной на нем пробой

вынимают из стакана и высушивают при комнатной температуре.

Полученный фильтр устанавливают в кювету и проводят анализ.

Необходимо сформулировать выводы по полученным в лабораторной работе данным и ответить на вопросы, стоящие перед экспертом.

Контрольные вопросы:

1) В связи с какими преступлениями может быть назначена почвоведческая экспертиза?

2) Что является объектом почвоведческой экспертизы?

3) Какие морфологические признаки используются при исследовании почв?

4) Чем обусловлена окраска почв?

5) Какие методы используются при элементном и минералогическом анализе почв?

2.11 Лабораторная работа № 11 Криминалистическое исследование лекарственных препаратов на наличие / отсутствие в них наркотических и сильнодействующих веществ

Цель работы: доказать отсутствие наркотических и сильнодействующих веществ в лекарственных препаратах неизвестного происхождения.

Приборы и посуда: микроскоп; водяная баня.

Реактивы: хлороформ, метиленхлорид, CCl_4 , метанол, этанол, бензол, реактив Марки, реактив Драгендорфа, прочный синий ББ, хлористое железо.

Ход работы:

1) Первым этапом доказательства отсутствия сильнодействующих и наркотических средств является проверка лекарственного препарата на растворимость в следующих растворителях: дистиллированной воде, хлороформе, метиленхлориде, четыреххлористом углероде, метаноле, этаноле, бензоле при

нагревании на водяной бане. При исследовании растворимости руководствуются таблицей 10.

Таблица 10 – Растворимость оснований и солей героина и морфина в различных растворителях

Анион	H ₂ O	CHCl ₃	Метиленхлорид	CCl ₄	CH ₃ OH	C ₆ H ₆
1	2	3	4	5	6	7
Героин основание	–	+	–	+		
Гидрохлорид героина	+		+	–		
Сульфат героина	+			–		
Тартрат героина		–	–	–		
Цитрат героина		+	–		+	
Морфин основание	–					+
Гидрохлорид морфина	+	–				–
Сульфат морфина	+	–				–
Тартрат морфина	+	–				–

2) Принадлежность образца к наркотическим средствам ряда опиатов или каннабиотиков осуществляют с помощью следующих реактивов:

- реактив Марки (качественное обнаружение алкалоидов и других азотистых оснований);
- реактив Драгендорфа (предварительное обнаружение алкалоидов и других азотистых оснований);
- прочный синий ББ (определение марихуаны, гашиша, гашишного масла, тетрагидроканнабинола);
- проба на меконовую кислоту с хлористым железом.

Пробы проводят с водно-спиртовым экстрактом образца.

На основании проделанных качественных реакций делают вывод.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие методы исследования используются при анализе наркотических и сильнодействующих веществ?
- 2) На основании каких нормативных документов эксперт может отнести исследуемые вещества к наркотическим?
- 3) Какой комплекс признаков необходимо выявить для решения вопроса о принадлежности растения к наркотикосодержащему?
- 4) Какие средства находятся в I списке?
- 5) Каков аналитический сигнал реактива Марки при положительной реакции на морфин?

Список использованных источников

- 1 Практикум по неорганической химии : учеб. пособие для вузов / В. А. Алешин [и др.]; под ред. Ю. Д. Третьякова. – М. : Академия, 2004. - 384 с. - ISBN 5-7695-1568-6.
- 2 Неорганическая химия : учебник / под ред. Ю. Д. Третьякова . - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2008. - Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 2008. - 235 с. - ISBN 978-5-7695-5240-3.
- 3 Неорганическая химия : в 3 т.: учебник / под ред. Ю. Д. Третьякова . - М. : Академия, 2004. - Т. 2 : Химия непереходных элементов. - 2004. - 367 с. : ил - ISBN 5-7695-1436-1.
- 4 Неорганическая химия : учебник: в 3 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова . - М. : Академия, 2007. - Т. 3, кн. 1 : Химия переходных элементов. - 2007. - 350 с. : ил - ISBN 5-7695-2532-0.
- 5 Неорганическая химия : учебник: в 3 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова . - М. : Академия, 2007. - Т. 3, кн. 2 : Химия переходных элементов. - , 2007. - 400 с. : ил - ISBN 5-7695-2533-9.
- 6 Неорганическая химия. Химия элементов : в 2 кн.: учеб. для вузов / Ю. Д. Третьяков [и др.] . - М. : Химия, 2001, Кн. 1 : . - 472 с. - ISBN 5-7245-1213-0.
- 7 Неорганическая химия. Химия элементов : в 2 кн.: учеб. для вузов / Ю. Д. Третьяков [и др.] . - М. : Химия, 2001. Кн. 2 с. 1055. - ISBN 5-7245-1214-9.
- 8 Воскресенский, П. И. Техника лабораторных работ / П. И. Воскресенский.- 10-е изд., стер. - М. : Химия, 1973. - 288 с.
- 9 Рачинский, Ф. Ю. Техника лабораторных работ / Ф. Ю. Рачинский, М. Ф. Рачинская; под ред. Д. П. Добычина. - Л. : Химия, 1982. - 432 с.
- 10 Техника лабораторных работ по учебной практике: лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Л. Б. Кашеварова, Н. Р. Стрельцова,

Т. П. Павлова, В. А. Моско – Казань: КГТУ, 2009. Режим доступа:
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=270543

11 Берлин, А. Я. Техника лабораторной работы в органической химии / А. Я. Берлин. - М. : Химия, 1973. - 368 с.

12 Коровин, Н. В. Лабораторные работы по химии : учеб. пособие для вузов / Н. В. Коровин, Э. И. Мингулина, Н. Г. Рыжова ; под ред. Н. В. Коровина. - М. : Высш. шк., 1998. - 256 с.

13 Богоявленский, А. Ф. Руководство к лабораторным работам по общей химии : учеб. пособие для студентов нехим. специальностей вузов / А. Ф. Богоявленский . - М. : Высш. шк., 1972. - 192 с.

14 Герчук, М. П. Руководство к практическим занятиям по неорганической химии : учеб. пособие для кооп. ин-тов / М. П. Герчук. - М. : Изд-во Центросоюза, 1962. - 196 с.

15 Лабораторный практикум по общей химии : полумикрометод: учеб. пособие для нехим. и хим.-технол. специальностей вузов / З. Г. Васильева [и др.]. - 4-е стер. изд. - М. : Химия, 1971. - 309 с.

16 Архипов, Б. Н. Лабораторные работы по неорганической, органической химии и техническому анализу / Б. Н. Архипов . - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высш. шк., 1967. - 264 с.

17 Справочник по химии : пособие для учащихся / П. И. Воскресенский [и др.] . - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Просвещение, 1974. – 288 с.

18 Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ : учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов / М. Е. Позин [и др.]. Госхимиздат, 1963. - 376 с.

19 Леснова, Е. В. Практикум по неорганическому синтезу : учеб. пособие для хим. и хим.-технол. техникумов / Е. В. Леснова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1977. - 168 с.

20 Сборник контрольных вопросов и задач для защиты лабораторных работ по курсу химии: методические указания / Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.

21 Карякин, Ю. В. Чистые химические вещества : рук. по приготовлению неорганических реактивов и препаратов в лаб. условиях / Ю. В. Карякин, И. И. Ангелов.- 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1974. - 408 с.

22 Практикум по общей и неорганической химии : учеб. пособие для вузов / Л. Ю. Аликберова [и др.]. - М. : Владос, 2004. - 320 с. - ISBN 5-691-01143-X.

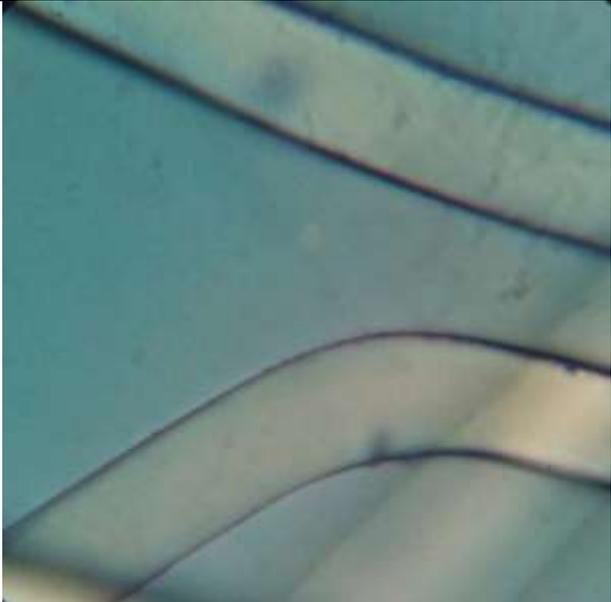
23 Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп : справочник / под ред. В. А. Филова . - Л. : Химия, 1988. - 512 с.

Приложение А (обязательное)

Вид волокон под микроскопом

Коллекция волокон была рассмотрена в поле зрения оптического микроскопа «Микромед». Образцы для повышения контрастности прокрашивались метиленовым синим.

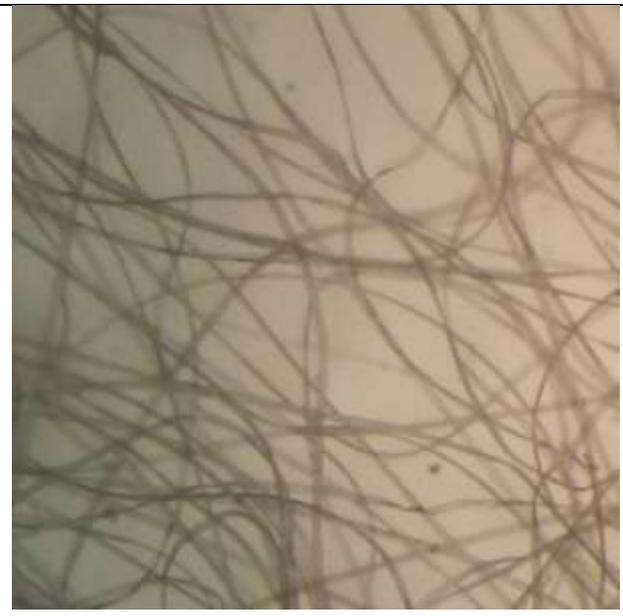
Таблица А.1 – Вид волокон под микроскопом

Капрон	
 <p>Увеличение $\times 10$</p>	 <p>Увеличение $\times 100$</p>
 <p>Увеличение $\times 100$</p>	 <p>Увеличение $\times 10$ (поперечное сечение)</p>

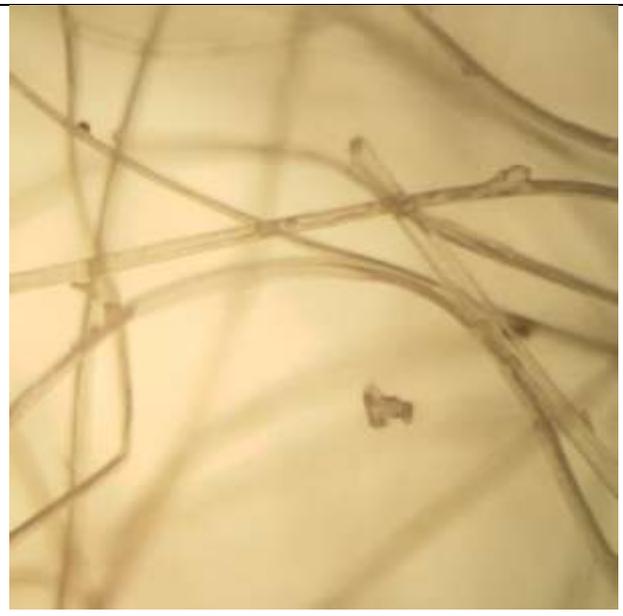
Продолжение таблицы А.1

Структура однородная, гладкая. Форма волокон – цилиндрическая. По всей длине волокон имеются небольшие темные черточки (на срезе – точки), образованные пузырьками воздуха и различными неплотностями, полученными в процессе вытягивания волокон.

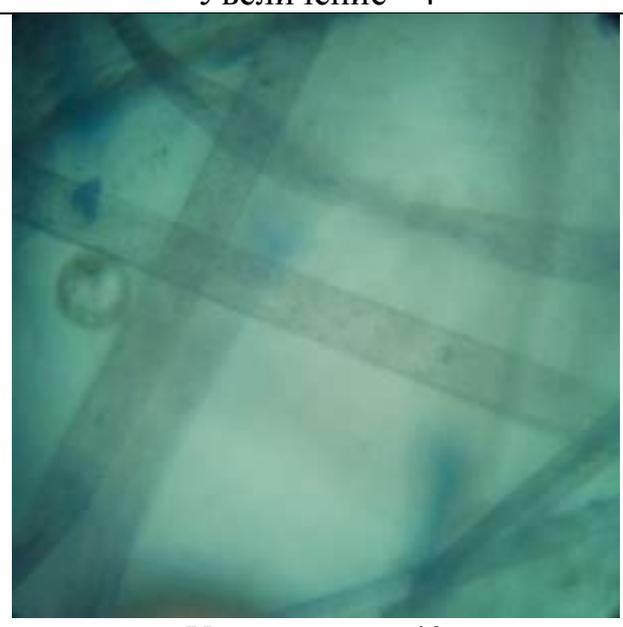
Лавсан



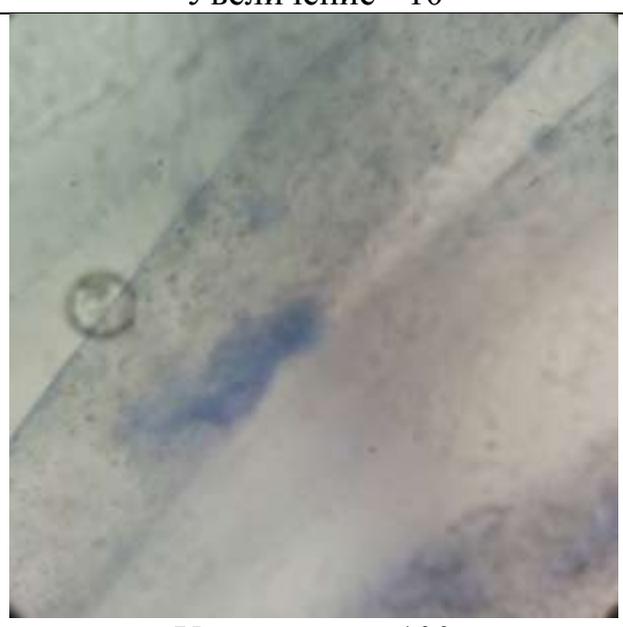
Увеличение ×4



Увеличение ×10



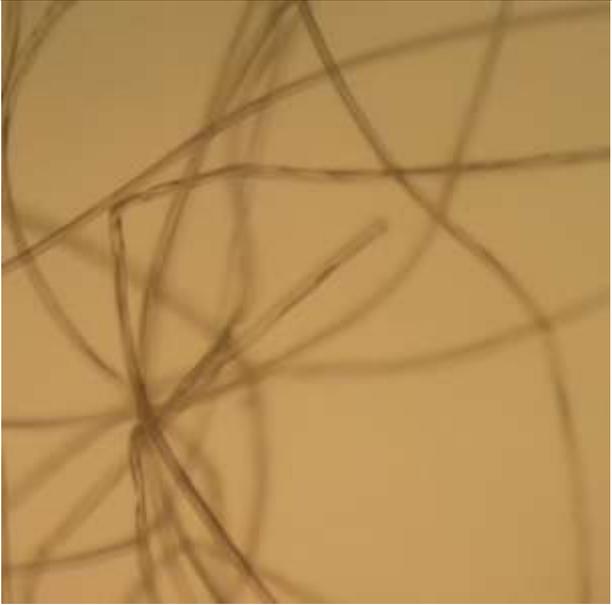
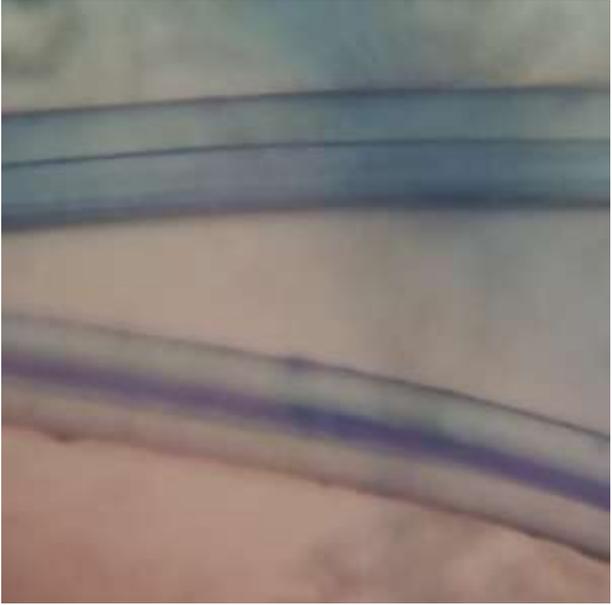
Увеличение ×40



Увеличение ×100

Схожи с капроном. Структура однородная, гладкая. Форма волокон – цилиндрическая. По всей длине волокон имеются небольшие темные черточки (на срезе – точки), образованные пузырьками воздуха и различными неплотностями,

Продолжение таблицы А.1

полученными в процессе вытягивания волокон (более выражено, чем у капрона).	
Хлорин	
	
Увеличение ×4	Увеличение ×10
	
Увеличение ×100	Увеличение ×100
Равномерной толщины с «ложным каналом» (профилированные волокна сухого формования) либо неравномерной толщины с продольной исчерченностью (волокна мокрого формования). Форма поперечного сечения гантелевидная или бобовидная (профилированные волокна) либо с глубокоморщинистыми контурами (волокна мокрого формования).	

Продолжение таблицы А.1

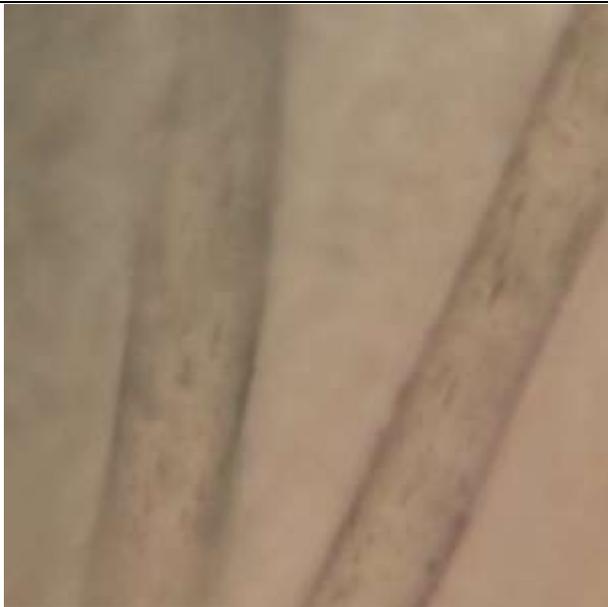
Нитрон



Увеличение $\times 4$



Увеличение $\times 10$



Увеличение $\times 100$

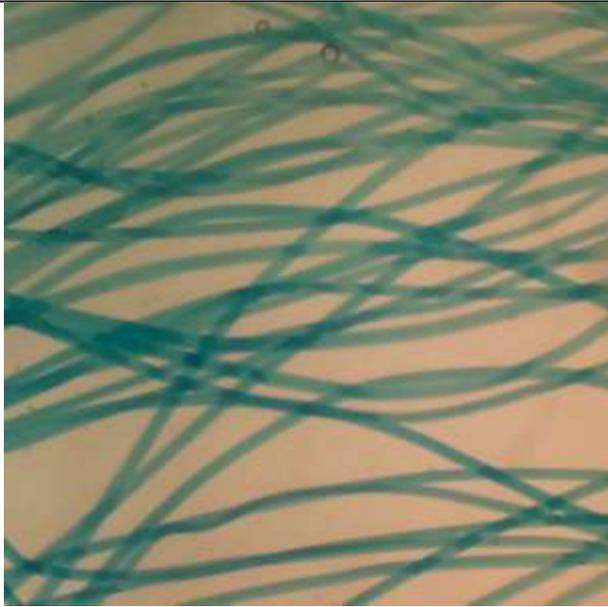


Увеличение $\times 100$

Гладкие, равномерной толщины, иногда с поперечной складчатостью. Форма поперечного сечения круглая.

Продолжение таблицы А.1

Медно-аммиачное волокно



Увеличение $\times 4$



Увеличение $\times 10$



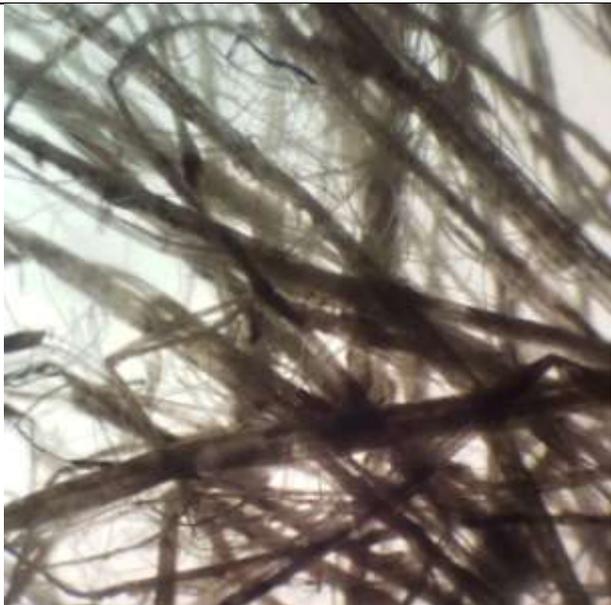
Увеличение $\times 40$



Увеличение $\times 100$

Волокна гладкие, равномерной толщины. Форма поперечного сечения круглая.

Продолжение таблицы А.1

Лён	
	
Увеличение ×4	Увеличение ×10
	
Увеличение ×40	Увеличение ×100
<p>Пучки длинных, узких волокон. Элементарные волокна (средняя длина 10-24 мм, поперечник 12-20 мкм) имеют сильно вытянутую веретенообразную форму с закрытыми заостренными концами. Каждое волокно имеет посередине узкий канал. Элементарные волокна льна, так же как и хлопка, имеют слоистое строение. В процессе образования и роста элементарных волокон в стебле, а также при обработках, применяемых для выделения волокон, механические воздействия вызывают деформацию изгиба или сжатия. Следствием этого</p>	

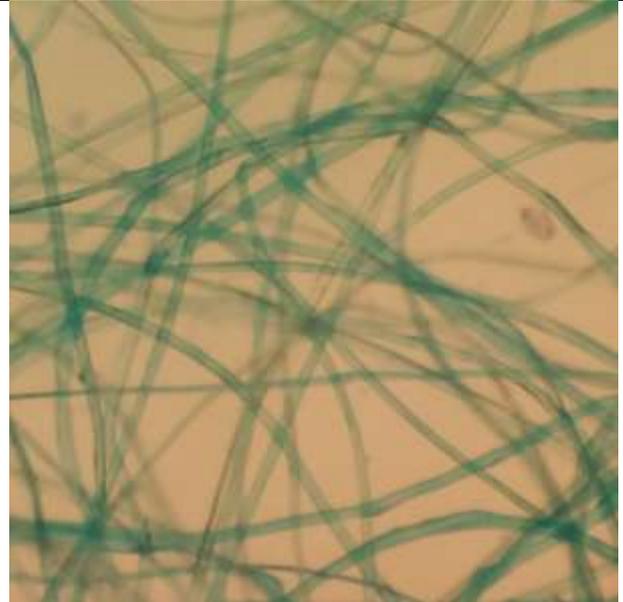
Продолжение таблицы А.1

является продольное расщепление волокон или образование поперечных сдвигов, представляющих собой хорошо видимые под микроскопом узловатые коленообразные утолщения. Форма поперечного сечения округлая, неопределенная (чаще пятиугольная).

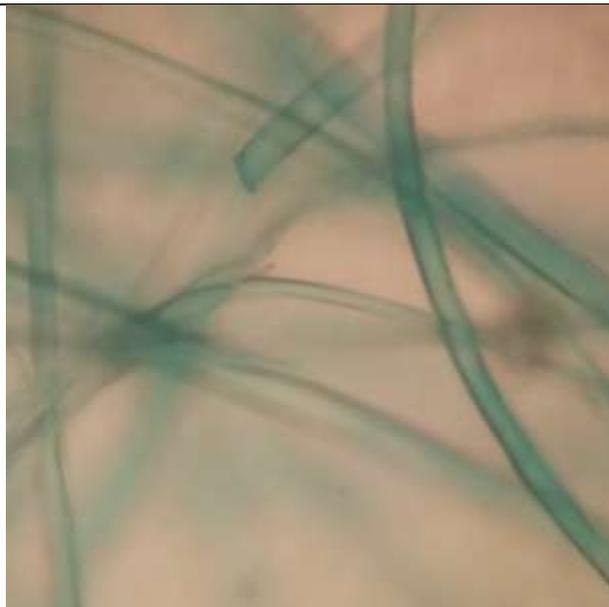
Натуральный шелк



Увеличение $\times 4$



Увеличение $\times 10$

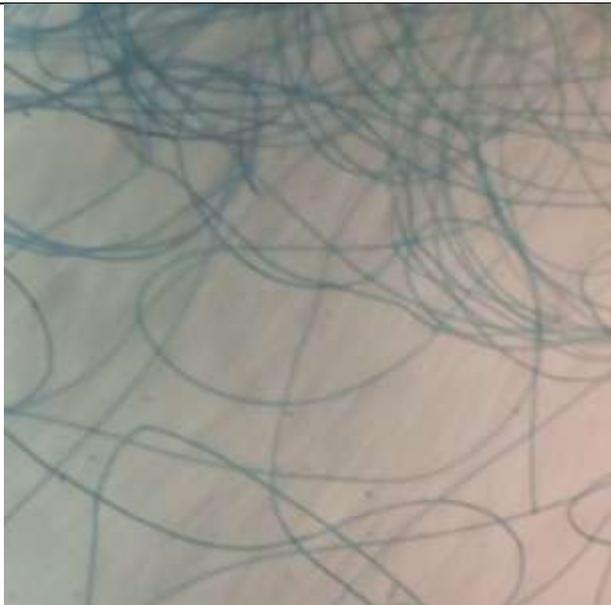
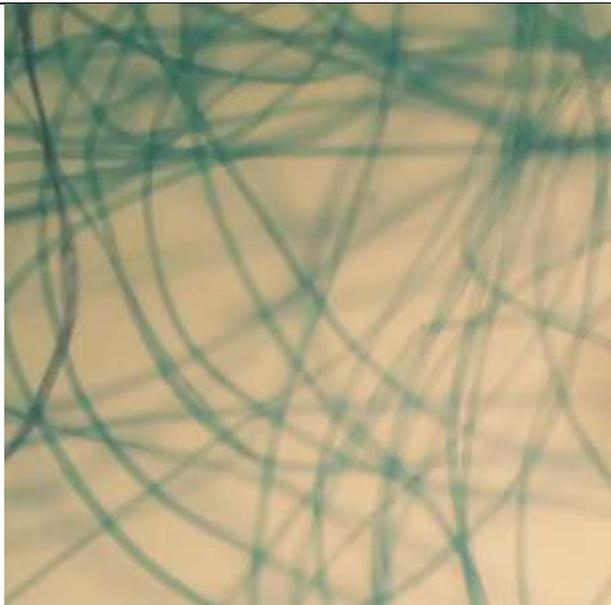
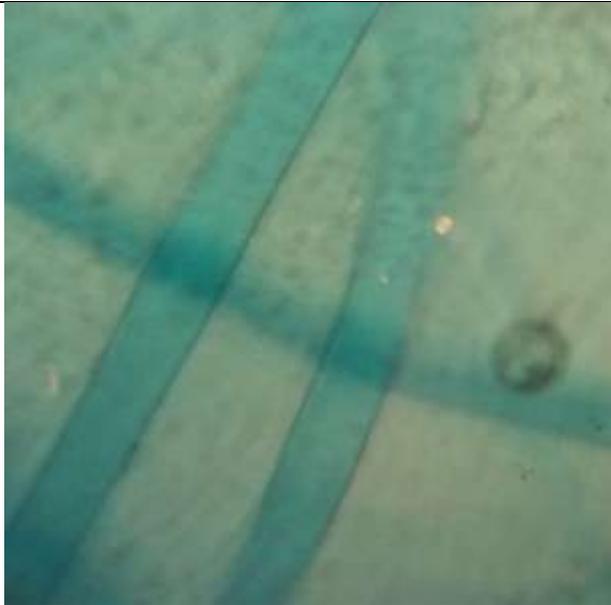


Увеличение $\times 40$



Увеличение $\times 100$

Волокна ровные, однородные, с центральной жилкой.

Вискоза	
 <p>Увеличение ×4</p>	 <p>Увеличение ×10</p>
 <p>Увеличение ×40</p>	 <p>Увеличение ×100</p>
<p>Волокна имеют на поверхности множество часто расположенных продольных полос и сильно изрезанный слоистый поперечник. Это связано с особенностями формирования волокон в прядильном растворе. Отверждение начинается с поверхности струйки, где образуется наружная оболочка («рубашка»), которая постепенно стягивается затвердевающей внутренней массой. Слоистость волокна связана с различием структуры слоев: в наружном слое образующиеся микрофибриллы целлюлозы более длинные и ориентированы вдоль волокна по сравнению с микрофибриллами внутреннего слоя. Иногда скручены вокруг оси.</p>	