

Муниципальное общеобразовательное учреждение  
«Гимназия № 1 Центрального района Волгограда»

Областной конкурс  
юных исследователей  
окружающей среды  
номинация «Переработка отходов»

## **БЕЗДРЕВЕСНАЯ БУМАГА**

**Выполнила:**

*Михина Екатерина Романовна* 14 лет,  
учащаяся 8 «Б» класса

**Руководители:**

*Величкина Светлана Александровна,*  
учитель биологии МОУ Гимназия №1

*Мазурова Татьяна Владимировна,*  
учитель технологии МОУ Гимназия №1

Волгоград, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	3
<b>Глава 1 БУМАЖНЫЙ ЛИСТ – ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ</b>	5
1.1 История изобретения и производства бумаги	5
1.1.1 Как делали бумагу в древности	5
1.1.2 Путь бумаги в Россию	5
1.1.3 Сырье для производства бумаги	5
1.2 Многоликая бумага	6
1.3 Макулатура - вторая жизнь бумаги	6
1.3.1 Что такое макулатура	6
1.3.2 Макулатура в мире	6
1.3.3 Макулатуры не хватает?	7
1.4 Старый новый материал	7
1.4.1 XVIII – XIX века	7
1.4.2 XX век	8
1.4.3 XXI век	8
1.5 Тряпье и бумага	9
1.5.1 Исчезнувшая профессия	9
1.5.2 «Из чего состоит тряпка?»	10
1.5.3 Зачем перерабатывать текстиль?	10
<b>Глава 2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ БУМАГИ ИЗ ТРОСТНИКА И СТАРОГО ТЕКСТИЛЯ (ТРЯПЬЯ)</b>	11
2.1 Эксперимент по созданию бумаги из тростника	11
2.1.1 Задачи и методика эксперимента	11
2.1.2 Анализ результатов	11
2.2 Эксперимент по созданию бумаги из старого текстиля (тряпья)	12
2.2.1 Задачи и методика эксперимента	12
2.2.2 Анализ результатов	12
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	13
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	15
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b>	

## ВВЕДЕНИЕ

*Лесорубы дерево срубили,  
На станке, на части разделили,  
Чурбачки на щепки порубили,  
И в растворе долго их варили.  
А потом всю жидкость отжимают,  
Валиком утюжат, сушат, гладят.  
Так выходит чистый лист бумаги  
Для журнала, книги и тетради.*

В современном электронном мире человек рассматривает возможность формирования среды, свободной от использования бумаги. Людей ожидает очень длительный путь, прежде чем они окончательно потеряют зависимость от этого носителя информации. От бумажной упаковки до газет — бумага по-прежнему встречается повсеместно, и немалая доля этой продукции в итоге оказывается на свалке.

Бумага была изобретена как инструмент передачи информации и общения. Когда-то бумага была ресурсом редким и дорогим, поэтому высоко ценилась и использовалась строго по назначению. Сегодня же бумаги много и человек привык использовать ее огромное количество. Начиная с 60-х годов XX века, потребление бумаги в мире возросло в 4 раза, а использование печатной бумаги - в 6 раз.

### Актуальность исследования

Производство бумаги включает в себя вырубку деревьев. Обезлесивание планеты - одна из мировых проблем современности. 42% всей заготавливаемой древесины идет на производство бумаги [16].

Не всегда нужна первоклассная целлюлоза. В Европе и США перерабатывается около 60% бумаги, бывшей в употреблении. До 75% макулатуры используется для выпуска туалетной бумаги и картона.

В России по данным на конец 2016 года доля собранных бумажных отходов составляет лишь 18% от общего объема, остальное попадает на свалки. Одна из главных проблем — отсутствие у населения культуры раздельного сбора коммунальных отходов и сдачи их в пункты приема. В этом отношении наша страна далека от Европы, США и Японии, где гражданами мусор тщательно собирается и сортируется [24].

Высокой урожайностью и высоким потенциалом выращивания отличаются травянистые растения - лубяные, злаковые, крестоцветные культуры. С одного гектара посевов травяных культур собирают в 8-20 раз больше целлюлозы, чем с одного гектара леса (лес растет 50-70 лет). Травяная целлюлоза - перспективное решение проблемы сырьевого обеспечения целлюлозно - бумажных предприятий [12].

Уже двести лет назад существовал сбор тряпья. Бумагу из тряпья, т. е. изношенных хлопчатобумажных, льняных и шелковых тканей, производили до начала XIX века.

### **Цель исследования**

Показать перспективность использования для производства бумаги целлюлозы травянистых растений, в частности, тростника, а также возврата к сбору от населения старого текстиля (тряпья) для изготовления бумаги.

### **Задачи исследования:**

1. Получить общие сведения об изобретении бумаги.
2. Узнать о возникновении бумажного дела в России.
3. Изучить вопрос использования макулатуры для производства бумаги.
4. Рассмотреть альтернативные варианты традиционному сырью для производства бумаги.
5. Найти информацию об изготовлении бумаги из старого текстиля (тряпья).
6. Провести эксперименты по созданию бумаги из тростника и старого текстиля (тряпья).

**Объект исследования:** бумага.

**Предмет исследования:** недревесные виды сырья для производства бумаги.

**Методы исследования:** эксперимент, наблюдение, сравнение, анализ.

**Практическая значимость исследования:** показана актуальность масштабного производства целлюлозы из травянистых растений, в частности, тростника, а также актуальность возврата к сбору от населения старого текстиля (тряпья) как сырья, в первую очередь, для изготовления бумаг.

# **Глава 1 БУМАЖНЫЙ ЛИСТ - ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ**

## **1.1 История изобретения и производства бумаги**

### **1.1.1 Как делали бумагу в древности**

С древнейших времен человек искал материал, который служил бы ему для письменности. Первое упоминание о бумаге относится к 12 г. н. э., а в 76 г. н. э. уже печатали книги. Китайский сановник Цай Лунь, живший во II веке н.э., обобщил имеющийся опыт изготовления бумаги и усовершенствовал способ ее производства. Сначала сырьем были шелк-сырец и отходы шелка, потом стали использовать растительные волокна: лубяные волокна тутовника, конопли, соломы, бамбука, а также тряпье [3,10].

Волокна замачивали в воде, потом разделяли на внешний грубый слой (шел на бумагу низшего сорта), и внутренний мягкий слой (использовался для изготовления лучших сортов бумаги). После кипячения в растворе щелочи шла длительная обработка волокон в ступках, где они измельчались до пастообразной кашицы и из полученной массы в форме отливали листы. Доски с отливками укладывали в стопу и прижимали грузом. Окрепшие под прессом листы высушивали.

Китайцы долго хранили секрет изготовления бумаги. Арабы переняли их секрет и привезли его в X веке в Испанию. В XVI веке все основные страны владели умением производить бумагу [10].

Основные принципиальные методики создания бумаги сохранились. Усовершенствования коснулись процессов механизации и автоматизации.

### **1.1.2 Путь бумаги в Россию**

Россия более 260 лет импортировала бумагу как "заморский товар". Первый русский документ на бумаге — Договорная грамота московского князя Симеона Гордого с братьями - написан в 1341 году.

Впервые к организации собственного бумажного производства в Царстве Московском обратился Иван Грозный. В середине XVI века под Москвою построили первую "бумажную мельницу".

Петр I, побывав за границей, в 1720 году издал указ "...во всякой губернии учинить бумажные заводы и под те заводы выбрать места на реках...". К середине XVIII века в России действовало около 20 бумажных мануфактур. Помимо Петербурга и Москвы, выделкой бумаги славились Калуга и Ярославль. С начала XIX века начинается массовый экспорт российской бумаги, преимущественно на Восток [1, 2, 8].

### **1.1.3 Сырье для производства бумаги**

С точки зрения используемого сырья в истории производства бумаги выделяют следующие этапы:

1. II - IX вв. - бумага из растительных волокон (лен, конопля, хлопок, луб тутового дерева, луб бамбука), порой с примесью тряпья (Китай, Центральная Азия, Корея, Япония);

2. IX - середина XIX вв. - бумага из ветоши (Арабский халифат, Европа, Северная Америка);

3. с середины XIX в. - бумага из древесной массы, преимущественно хвойных пород [7].

Первыми «изобретателями» бумаги из древесины можно считать бумажных ос. Весной рабочие осы сгрызают зеленые побеги деревьев, пережевывают их и отделяют волокна. Состав получающейся клейкой массы тот же, что и бумаги: клетчатка древесины и клей слюны ос [8].

Классификация волокнистого сырья приведена в **ПРИЛОЖЕНИИ 1**.

## **1.2 Многоликая бумага**

Специалисты выделяют несколько основных сфер применения бумаги, и на основании этого группируют бумагу следующим образом:

- бумага для письма и печати (книги, журналы, газеты, канцтовары);
- отделочная бумага (обои);
- бумага для творчества;
- бумага как упаковочный материал;
- бумага для гофрирования, картон для плоских слоев многослойного гофрированного картона);
- бумага для производства средств личной гигиены;
- фильтровальная бумага;
- денежная бумага;
- бумага для нанесения химических реактивов (фотобумага, индикаторная бумага, наждачная бумага).

Это далеко не полный список видов бумаги, активно используемых в повседневности [18].

## **1.3 Макулатура - вторая жизнь бумаги**

### **1.3.1 Что такое макулатура**

Макулатурой называют отходы бумажной продукции, как побывавшие в употреблении, так и новые. Это не только полиграфия (газеты, журналы, брошюры и книги), но все изделия из бумаги, которые могут быть использованы в качестве сырья для вторичного производства. Тонна переработанной макулатуры спасает не только деревья, но и экономит около 20 тысяч литров воды, а также 100 кВт электроэнергии [16,26].

Инженеров-экологи озадачены вопросом вовлечения бумаги в безотходную систему обращения, а именно: **1.** сколько бумаги мы выкидываем в мусорное ведро; **2.** сколько ненужной бумаги лежит дома, на работе, на складах; **3.** нет технологии, которая позволяла бы перерабатывать всю бумагу, включая наклейки, глянцевые бумагу.

Древесное волокно достаточно влажное и пластичное, бумага из него получается мягкая и прочная, а при переработке бумаги волокна целлюлозы в ней высушены, и качество бумаги низкое. Такое сырье идет на изготовление упаковочного картона, салфеток, туалетной бумаги [25].

### **1.3.2 Макулатура в мире**

Огромные объемы отходов целлюлозы экспортируются. В развитых странах этот бизнес давно не нов, прибыль его владельцев растет год от года. Было подсчитано, что через 10-15 лет спрос на макулатуру будет опережать

предложение на несколько млн. тонн. Больше всего в мире макулатуры сдается в США, а закупается — в Китае.

### 1.3.3 Макулатуры не хватает?

Самый востребованный в России картон тот, что сделан из макулатуры. За последние 14 лет потребление макулатурного тарного картона в России увеличилось в четыре раза. Одновременно упал спрос на более дорогой продукт из целлюлозы. Если в 2004 году соотношение целлюлозного и макулатурного картона на российском рынке было 70/30, то в 2018 году этот показатель составляет 30/70. *«Быстрорастущий спрос на макулатурный картон привел к дефициту. С 2014 года цена на него выросла в 4 раза. Несмотря на то, что правительство запретило экспорт макулатуры, отменило НДС и налог на доходы физических лиц, участвующих в обороте макулатуры, сырья на комбинатах, которые делают картон, бумагу, упаковку из макулатуры — не хватает. А спрос растет»*, — отмечает гендиректор Александровского целлюлозного завода Сергей Воинский.

Президент группы компаний «Гофромастер» Игорь Диденко не считает ситуацию с наличием макулатурного картона критичной. *«Да, цены растут. Но макулатуры на рынке вполне хватает. А в следующем году будет еще больше, потому что запретят утилизацию картона и бумаги. Все сырье будет перерабатываться. Это приведет к росту перерабатывающих мощностей и появлению новых технологий»*, — полагает бизнесмен [4].

## 1.4 Старый новый материал

### 1.4.1 XVIII – XIX века

Русский инженер-технолог Мельников Николай Петрович (1848 — после 1908) практически занимался писчебумажным производством, управлял писчебумажной фабрикой в Одессе и издал несколько книг по своей специальности. В одной из них Николай Петрович подробно рассматривает применимость различных травянистых растений (*"волокна царства растительного, которые прямо подвергаются обработке на бумагу, носят название суррогатов"*) для "фабрикации" бумаги. Он сообщает читателям, что в Британском музее хранится сочинение от 1772 года, напечатанное на бумаге, сделанной из различного рода растений. Это древнейший памятник по вопросу о переработке растений на бумагу. Употребление "суррогатов", вызванное дороговизной тряпья, началось в XVIII веке [9].

Первым заменителем тряпья стала солома пшеницы, ржи, овса, применявшаяся на фабриках Франции, Бельгии, Германии. В Англии широко для производства бумаги использовалось эспарто (степной ковыль). Попытались применить камыш, осоку, сено. На одной из фабрик Италии перерабатывали конопляную солому, в Будапеште выделялась бумага из волокон крапивы. Предлагалось в качестве сырья для производства бумаги использовать свекловичный жом, торф, листья, мох, водоросли, иглы хвойных. Все вытеснили целлюлоза и древесная масса.

В России изначально как сырье использовалась солома. Некоторые фабрики делали бумагу из сена, осоки. На Одесской и Херсонской фабриках

вырабатывали бумагу из изобилующего здесь камыша. На такой бумаге был напечатан один номер газеты "Одесский вестник" [19].

#### 1.4.2 Век XX

В 1957 в № 2 журнала "Техника - молодежи" была опубликована статья Шмаковой А. "Неиспользованный источник многомиллионной экономии", в которой автор задавалась вопросом: "*...так ли уж обязательно расходовать на выработку бумаги только древесину, такую необходимую для строительства и для других народнохозяйственных нужд?*" Далее предлагается поставить на службу целлюлозно-бумажной промышленности недревесное сырье, запасы которого "*в Советском Союзе неисчислимы. Площадь, занятая различными тростниками, составляет у нас около 5 млн. га. Они дадут возможность получать дополнительно сотни тысяч тонн печатной бумаги и картона*". Заканчивается статья письмом читателей министру бумажной и деревообрабатывающей промышленности, в котором они, недовольные тем, что "*тираж журнала, как и ряда других изданий, удовлетворяет лишь 10% потребности*", спрашивают о том, "*Как долго будет совершаться переход на новые виды сырья и намечен ли он конкретно?*" [13].

В 1956 году на правом берегу Волги началось строительство Астраханского целлюлозно-картонного комбинат (АЦКК). Это было первое в мире предприятие по переработке в крупных масштабах тростника, произрастающего в дельте Волги, и производству из него картона, бумаги и древесно-волокнистых плит. В 1995 году комбинат после процедуры банкротства был репрофилирован [14].

В мире производство целлюлозы из соломы и тростника получило развитие в безлесных и малолесистых странах — Англии, Голландии, Италии, Индии и др. [17].

#### 1.4.3 Век XXI

Российские ученые из Татарстана на основе лабораторных и опытно-промышленных исследований разработали экономически обоснованную, ресурсосберегающую, экологически безопасную технологическую схему и техпроект получения целлюлозы из соломы травянистых культур (лен, рапс, камыш, топинамбур, подсолнечник, мискантус и др.). Результаты испытаний продемонстрировали, что полученную травяную целлюлозу можно использовать в композициях по изготовлению картона и бумаги [5,12].

Перспективы выращивания и переработки мискантуса (дальневосточный тростник) в Сибири стали темой круглого стола, который состоялся в Новосибирске в конце августа 2018 года на площадке форума «Технопром». Результатом совместной работы трех научных институтов СО РАН стало создание сорта «Мискантус Сорановский», зарегистрированного в 2013 году.

Злак морозоустойчивый, он обладает рядом уникальных свойств — уровень целлюлозы до 55%, уровень лигнина низкий, урожайность — до 17 тонн с гектара, растение может расти на «неудобной» почве, плантация функционирует со второго года в течение 20 лет. По своим свойствам целлюлоза из мискантуса отлична от древесной, но не проигрывает ей.

*«Целлюлоза из мискантуса способна заместить ту древесную целлюлозу, которую мы неэффективно сегодня используем. Правильнее из дерева делать мебель, а не бумагу и упаковку»,* — полагает замдиректора Института цитологии и генетики СО РАН Сергей Пельтек. Если из мискантуса сразу делать картон, пропуская стадию целлюлозы, то отрицательного влияния на окружающую среду в разы меньше — меньше нужно энергии, воды, химии. Производить целлюлозу из мискантуса можно на имеющихся предприятиях, понадобится лишь небольшая реконструкция [4].

В Киевском политехническом институте придумали, как делать бумагу из соломы. Целлюлозу из отходов пшеницы варят на глицериновой бане без добавок химических веществ [22].

В 2010 году финалистом конкурса "Инновационный Продукт Года" стала бумага для принтеров, ксероксов и факсов компании Pulp & Paper International. В этой бумаге не присутствуют древесные волокна или продукты переработки бумаги из древесины, при этом обладает такими же возможностями, как и обычная бумага. Она сделана из побочного продукта переработки сахарного тростника – багасо.

При производстве тонны сахара-сырца образуется свыше тонны высушенного жома сахарного тростника - багасо. Деревья растут 10 и более лет, а сахарный тростник можно собирать два раза в год; чтобы создавать эту бумагу, используются только отходы. При производстве такой бумаги используется на 10-15% отбеливающего вещества меньше по сравнению с «древесной». Стоимость производства такой бумаги равна стоимости переработки обычной бумаги. Новая бумага разлагается микроорганизмами и подходит для повторного производства [15].

В мае 2018 года в Астане (Казахстан) председатель правления компании Kazakh Invest обсудил с руководителем китайской Qifeng New Material (один из крупнейших в мире производителей полуфабрикатов декоративной бумаги и нетканых обоев, продукция экспортируется в более чем 30 стран мира), возможности реализации проекта по производству целлюлозы и бумаги из камыша. В планах инвестора поэтапное вложение в проект 320 млн долларов США. Объем производства целлюлозы и бумаги из камыша будет составлять 200 тыс. тонн в год. В производстве будет использована технология отбеливания бумаги без применения хлора [20].

## **1.5 Тряпье и бумага**

### **1.5.1 Исчезнувшая профессия**

В прошлом (XIX - XX вв.) по дворам разносился заунывный крик «Старье-е-е бере-е-ем!». Это был тряпичник - сборщик тряпья и хлама (бутылок, бумаги, костей, лаптей, верёвки и т. п.). Он собирал тряпье как за наличные средства, так и путём обмена на детские сладости и «галантерейный товар»: ленты, зеркала, мыло, крестики, бусы. С представителем этой профессии мы сталкиваемся в рассказе М.А. Зощенко "Галоши и мороженое". "Тряпичные тузы" везли свой товар на ярмарку в Нижнем Новгороде, где заключали контракты о поставках тряпья на

писчебумажные фабрики. Так, владельцы Невской писчебумажной фабрики купцы Варгунины, тратили 150 000 рублей на закупку тряпья по всей России.

С 1865 года на предприятиях стали внедрять технологии получения бумаги из древесины и после периода процветания тряпичничество постепенно сошло на нет. В отечественном производстве бумаги использование тряпья продолжалось до 1930-х годов [1,27].

### **1.5.2 "Из чего состоит тряпка?"**

Дадим на этот вопрос ответ выдержкой из книги Федченко Г.П.: *"Лоскуток тряпки и клочек бумаги, столь мало похожее друг на друга, сделаны из одного и того же вещества. Каждый знает, что всякая ткань состоит из ниточек (пряжи), переплетенных между собою. ... пряжа, точно также как и всякая нитка, свита из нескольких более тонких ниточек или волоконцев. Стоит только расщипать конец пряжи или нитки, чтобы видеть эти волоконца.*

*Если бы в ... микроскоп мы стали разсматривать небольшой клочек нашей писчей бумаги, то увидели бы такие же волоконца, какия видели и в тряпке, только эти волоконца в бумаге не спрядены в нитку, а перепутаны и разбросаны по всему листу. И так, бумага та же тряпка: ее образуют те же волоконца, какия составляют и пряжу в тряпке" [7].*

### **1.5.3 Зачем перерабатывать текстиль?**

На выбрасываемый текстиль в среднем приходится 5,5% от веса твердых коммунальных отходов (ТКО) [11]. Количество отходов продолжает расти, продолжает увеличиваться и количество выбрасываемого текстиля. Для разложения на полигоне/ свалке волокон из натурального сырья могут уйти сотни лет, при этом в атмосферу выделяются метан и углекислый газ. Распад синтетики продолжается на порядок дольше.

Во многих европейских странах на площадках по сбору мусора, кроме контейнеров для сбора пластика, бумаги, металла и стекла, появились контейнеры для сбора использованной одежды, обуви и тряпья. Текстиль поступает в центр сортировки, где отбирается одежда, которая ещё пригодна для носки. Непригодную одежду разделяют по типу ткани. Например, джинсовая ткань поступает на заводы по производству бумаги, где она измельчается и отмачивается, после этого процесс производства идентичен целлюлозному. Итогом являются два типа бумаги:

1. «художественная» бумага для акварели или гравюры;
2. бумага для производства банкнот [23].

Пункты, в которые можно сдать ненужные вещи из текстиля для их последующей переработки, в России большая редкость. Практически отсутствует и отдельный сбор ТКО у населения, его масштабная организация проблематична (неподготовленность населения, сложные бытовые условия, отсутствие технического обеспечения для отдельного сбора и переработки) [11].

Переработка тканей и одежды обладает следующими преимуществами:

- сокращается пространство, необходимое для депонирования отходов;
- отпадает необходимость использования первичных волокон;
- уменьшается использование воды и энергии;
- уменьшается необходимость в красителях [21].

## **Глава 2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ БУМАГИ ИЗ ТРОСТНИКА И СТАРОГО ТЕКСТИЛЯ (ТРЯПЬЯ)**

Информацию о технологическом процессе изготовления бумаги как из растительного, так и из тряпичного сырья мы взяли из книги А.П. Балаченковой «История бумаги и бумажного производства» [1]. Работу выполняли в школьном кабинете технологии во внеурочное время.

Фотографии размещены в **ПРИЛОЖЕНИИ 2**.

### **2.1 Эксперимент по созданию в домашних условиях бумаги из тростника**

#### **2.1.1 Задачи и методика исследования**

- 1. Заготовка и подготовка сырья к работе.**
- 2. Изготовление бумаги.**

#### **Заготовка и подготовка к сырью работе**

В сентябре мы срезали несколько побегов тростника обыкновенного, или тростника южного [6] (река Сокарка, Городищенский район) (**Фото 1**). Ножницами срезали пушистые соцветия – метелки (в работе их не использовали), стебель разрезали по междоузлиям вместе с листьями. Фрагменты положили в эмалированную кастрюлю и залили водой, добавив 100 грамм каустической соды (**Фото 2**). Сода нужна для того, чтобы растворить лигнин - полимер, который скрепляет целлюлозные волокна и обеспечивает им прочность. Нам надо было получить сырье рыхлой консистенции. Трава вымачивалась сутки.

#### **Изготовление бумаги**

На следующий день мы залили тростник свежим раствором каустика и поставили варить под крышкой на медленном огне в течение 4 часов (**Фото 3, 4**). Затем мы слили щелочной отвар через сито и начали промывать тростник под струей воды (делали это в резиновых перчатках) до тех пор, пока трава перестала быть скользкой (**Фото 5, 6**). Сваренное сырье походило на мочало.

Все жесткие волокна мы удалили, а остальные измельчили при помощи блендера до консистенции пюре (**Фото 7, 8**). В эту смесь для скрепления волокон добавили несколько ложек заваренного крахмала (**Фото 9**). Из измельченного сырья - называется "пульпа" - и отливаются листы бумаги.

Для литья мы использовали рамку с сеткой, которой зачерпывали разведенную в воде пульпу. Смесь равномерно распределили по рамке, после чего с при помощи губки удалили лишнюю влагу (**Фото 10**). Затем массу перенесли на фильтровальную ткань, где она сушилась несколько дней. Бумага была готова (**Фото 11**).

#### **2.1.2 Анализ результатов**

В результате эксперимента нами вручную из стеблей и листьев тростника была сделана бумага. Процесс не показался нам длительным и трудоемким делом, требующим больших материальных затрат. Бумага была светло – желтая (объясняется цветом сырья), шероховатая, мелкопористая.

С краю листа мы сделали надпись цветным карандашом. Карандаш при движении не скользил, но писалось не тяжело, надпись была видна. Это

объясняется тем, что бумага не гладкая, имеет неравномерную поверхность. Бумага «хенд-мейд» может использоваться для декоративных целей, а именно как материал для эксклюзивной канцелярской продукции, бланков, конвертов, визитных карточек, свитков и прочего. Западные компании давно занимаются производством бумаги ручного изготовления в промышленном масштабе, разработаны технологии и стандарты. Целлюлоза из трав вполне подойдет для изготовления тарного картона, бумажных пакетов.

## **2.2 Эксперимент по созданию в домашних условиях бумаги из старого текстиля (тряпья)**

### **2.2.1 Задачи и методика исследования**

1. Подготовка сырья к работе.
2. Изготовление бумаги.

#### **Подготовка сырья к работе**

Для изготовления бумаги ткань не должна быть синтетической, поэтому в качестве сырья мы взяли хлопчатобумажную старую наволочку (**Фото 12**) и ножницами порезали ее на мелкие кусочки (**Фото 13**). Для получения пульпы кусочки ткани мы промолотили в блендере. При этом получилась мягкая масса, похожая на вату (**Фото 14**).

#### **Изготовление бумаги**

Для того, чтобы бумага была прочной, мы сварили клейстер на основе воды и крахмала (**Фото 15**). Немного остудив приготовленный клеящий состав, смешали его с пульпой (**Фото 16**). Получилась киселеподобная масса (**Фото 17**), которую мы ложкой равномерно распределили по рамке с сеткой (**Фото 18, 19**). Дали стечь воде, а затем перенесли на фильтровальную ткань и оставили высыхать (**Фото 21**). Так мы получили бумагу из старого текстиля (тряпья) (**Фото 22**).

### **2.2.2 Анализ результатов**

В результате эксперимента нами вручную из изношенной хлопчатобумажной ткани была сделана бумага. Процесс оказался трудоемким на стадии измельчения сырья, но на предприятии эту работу делают машины.

Бумага получилась бледно-желтого цвета (цвет наволочки) с шероховатой поверхностью. По сравнению с тростниковой, эта бумага была более пористой, неравномерной по толщине, что объясняется степенью измельченности сырья. «Бумага делается в ролле» - так говорили старые бумажники. Это означает, что высококачественную бумагу можно выработать только из хорошо размолотой волокнистой массы. Тем не менее, цветной карандаш хорошо скользил по поверхности и оставляя видимый след, а это значит, что она вполне пригодна для художественного письма. Бумага ручной выделки - интересный и перспективный материал.

Хлопчатобумажная полумасса применяется для производства бумаги с хорошей впитывающей способностью. Тряпье востребовано в производстве высших сортов бумаги, на которой печатают документы и деньги. Тряпье, содержащее неоднородное и менее ценное волокно, используется в производстве картона.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с целью и задачами исследования нами получены выводы:

**1.** Изобретение бумаги связывают с придворным советником китайского императора и относят к 105 году н.э. Он предложил изготавливать бумагу из волокнистых растений с помощью каменной ступы, деревянного пестика и сита. Способ получения бумаги долго держали в секрете, и только в VI-VIII вв. бумага появилась в Азии, а в X в.- в Европе. Европейцы производили бумагу из старых размолотых тряпок. После изобретения книгопечатания в XV-XVI вв. тряпичного сырья стало не хватать. Бумагу начали делать из древесины. Бумажная промышленность превращается в отрасль лесоперерабатывающей индустрии.

**2.** Изготовление бумаги ручным способом в России было налажено с конца XVI века. Непрерывное бумажное производство связано с Петром I, при жизни которого было основано 4 бумагоделательных предприятия.

**3.** Самая востребованная макулатура в России — чистый бурый картон — стоит почти в два раза дороже, чем в Европе. Полагают, что в ближайшее десятилетие спрос на макулатурный картон в России увеличится в два раза.

**4.** Древесные волокна лишь в XIX веке стали использоваться в производстве бумаги, которое включает в себя вырубку лесов. Для изготовления бумаги годятся любые растительные волокна, обладающие гибкостью. Организация промышленного производства продукции из грубого волокна мятликовых, крестоцветных, злаковых и лубяных культур позволит значительно сократить вред от вырубки леса и работы целлюлозно-бумажных комбинатов. Разведение однолетних растений, содержащих целлюлозу, обозначено семеркой развитых стран как одна из 20 приоритетных задач XXI века.

**5.** Старинные способы получения бумаги в Европе и России основывались на использовании размолотых старых тряпок. В СССР старую одежду, обувь, меховые шапки, ненужные тряпки сдавали в пункт вторсырья, где их принимали на вес за небольшую плату.

**6.** Изучив литературу, мы сделали бумагу из тростника и старой хлопчатобумажной ткани. Процесс был трудоемким только на стадии измельчения сырья, поскольку осуществлялся вручную. «Рукотворная» бумага не была похожа на ту, которая изготовлена промышленным способом из древесины, так как мы не располагали специальным оборудованием. Наша бумага оказалась вполне пригодной для карандашных записей.

Внедрение масштабного производства целлюлозы из травянистых растений, в том числе тростника (южного, дальневосточного), будет работать на спасение от вырубки тайги, кроме того, позволит нашей стране осуществить импортозамещение высококачественной бумаги и картона, и, вероятно, открыть важное направление экспорта. Перспективным является использование тростника для промышленного производства отечественной бумаги ручного литья. Она будет востребована для художественного письма и рисования, как материал для изготовления грамот, открыток, картин, поскольку отличается необычной, неоднородной текстурой.

Утилизация текстиля является сегодня относительно новым направлением. Переработанная старая одежда, тряпье могут служить сырьем для производства широкого спектра продукции, в том числе бумаги. Помимо того, переработка текстиля будет работать на снижение количества образующихся отходов, на уменьшение их отрицательного влияния на окружающую среду.

Бумажная эра пока не заканчивается. Бумага по-прежнему - важный элемент в процессе печатания книг, чтение которых на бумажном носителе остается для многих людей большим удовольствием, а красиво изданная книга может стать прекрасным подарком на праздник. А значит, в нашей жизни бумага еще долго будет занимать важное место.

Поставленные задачи работы выполнены, цель достигнута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балаченкова А. П. История бумаги и бумажного производства: учебное пособие и хрестоматия / А. П. Балаченкова; СПб ГТУРП. - СПб., 2011. - 52 с.
2. Богданов В. Простой бумаги светлый лист / В. Богданов // Костер. - 2006. - № 4.
3. Иванов С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. - М., 2006. - 696 с.
4. Кичанов М. Картон из травы / М. Кичанов // Эксперт Сибирь. - № 37-38.
5. Нугманов О. К. Целлюлоза / Нугманов О. К., Лебедев Н. А. // Химический журнал. - 2009. - № 12. - С. 30 - 33.
6. Новиков В. С. Школьный атлас-определитель высших растений: Кн. для учащихся. / Новиков В. С., Губанов И. А. – М.: Просвещение, 1991. – 240 с.
7. Очерки промышленности: тряпье и писчая бумага / Сост. Г.П. Федченко. - Москва: О-во распространения полез. книг, 1865.
8. Палажеченко А. История бумажного листа / А. Палажеченко // Наука и жизнь. - 2009. - № 12.
9. Практический курс писчебумажного производства / Писчебумажное, древесно-массное, целлюлозное и картонное производство Издательство: Издание П. Мельникова, Новая типо-литография Бузе и Лассман (СПб). - 1905. - 450 с.
10. Сквернюков П. Ф. Слово о бумаге / П. Ф. Сквернюков. – М.: Моск. рабочий, 1980. – 224 с.
11. Соколов Л. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов / Л. Соколов [и др.]. - Инфра - Инженерия, 2017. - 176 с.
12. Технология получения целлюлозы из травянистых растений и ее свойства / Н. П. Григорьева [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - № 3.
13. Шмакова А. Неиспользованный источник многомиллионной экономии / А. Шмакова // Техника - молодежи. - 1957. - № 2. - С. 30 - 31.
14. Астраханский целлюлозно-бумажный комбинат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://astratara.ru/history/>
15. Бумага без древесины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rodikon.ru/bumaga-bez-drevesinyi.html>.
16. Бумага получается из деревьев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecobaltresource.ru/articles/bumaga-poluchaetsya-iz-derevev>.
17. Гришковец Е. Тростниковый эффект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/883741>.
18. История развития бумаги: от папируса в древности до целлюлозной kraft-бумаги сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pack.ua/articles/upakovka-stati/polezhie-statii-o-kraft-bumage/istoriya-razvitiya-bumagi-ot-papirusa-v-drevnosti-do-tsellyuloznoy-kraft-bumagi-segodnya-chast-4>.
19. Каменецкий Ф. Одесская газета на бумаге из ... камыша [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://porto-fr.odessa.ua/index.php?art\\_num=art027&year=2004&nnumb=2716](http://porto-fr.odessa.ua/index.php?art_num=art027&year=2004&nnumb=2716).
20. Китайский инвестор планирует построить завод по производству целлюлозы и бумаги из камыша в Казахстане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://finance.rambler.ru/markets/39899320-kitayskiy-investor-planiruet-postroit-zavod-po-proizvodstvu-tsellyulozy-i-bumagi-iz-kamysha-v-kazahstane/>
21. Литвинова А. Переработка тканей и одежды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nature-time.ru/2014/01/pererabotka-tkaney-i-odezhdy/>

22. Матюшок А., Романюк Ю. В КПИ изобрели рецепт экологически чистой бумаги из соломы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://podrobnosti.ua/620356-v-kpi-izobrel-i-retsept-ekologicheski-chistoj-bumagi-iz-solom>.
23. Переработка отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%>.
24. Переработка отходов бумаги и картона - эффективное использование макулатуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vtorothydy.ru/pererabotka/makulatury.html>.
25. Рыбин А.В. Переработка макулатуры сохранит леса России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceproblems.ru/pererabotka-makulatury-sohranit-lesa-rossii.html>.
26. Сапрыгина А. Бумага и экология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tz-online.ru/index.php/ru/o-pogode-i-ne-tolko/4934-bumaga-i-ekologiya>.
27. Тряпичник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D1%8F%D0%BF%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA>.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Классификация волокнистого сырья

Ниже приведены основные источники волокнистого сырья для получения полуфабрикатов, применяемых для производства бумаги.

1. Древесина хвойных пород – ели, сосны, пихты и лиственницы. Хвойная древесина обладает сравнительно длинным волокном и дает длинноволокнистую целлюлозу, наиболее пригодную для производства бумаги. Из этой древесины вырабатывают волокнистые материалы разной степени чистоты, от механической древесной массы с выходом 97-98% до облагороженной целлюлозы с выходом 35-40%.

2. Древесина лиственных пород – березы, осины, тополя, ольхи, бука, эвкалипта и др. Лиственная древесина обладает более коротким волокном по сравнению с хвойной и, кроме того, содержит клетки неволокнистого строения. Она дает целлюлозу с более низкими механическими свойствами – сопротивлением излому и раздиранию. По этой причине полуфабрикаты, вырабатываемые из нее, применяются в бумажном производстве обычно в композиции с более длинноволокнистым материалом из хвойной древесины. Из лиственной древесины, как и из хвойной, получают целлюлозу, полуцеллюлозу и древесную массу.

3. Стебли однолетних растений – соломы злаков, кукурузу, тростника, багассы (сахарного тростника), травы эспарто, а также древовидного многолетнего растения – бамбука. Волокна растений этой группы (за исключением бамбука) отличаются небольшой длиной и наличием в них клеток неволокнистого строения. Из них вырабатывают целлюлозу, полуцеллюлозу и механическую массу с выходом от 35 до 70% и выше.

Используются они в производстве бумаги в сочетании с длиноволокнистыми полуфабрикатами.

**4.** Лубяные волокна однолетних растений – льна, конопли, джута, рами, кенафа. Эти волокна отличаются большой длиной и высокой прочностью. Они идут для изготовления прочной беленой, реже небеленой целлюлозы.

**5.** Волокна семян хлопка и отходов хлопкового производства (хлопковый пух). Волокна хлопка отличаются большой длиной и высоким содержанием целлюлозы. Применяются для изготовления беленой целлюлозы высокой белизны. Волокна хлопковых отходов значительно короче и больше загрязнены остатками семян.

**6.** Волокна из листьев некоторых растений – манильской пеньки, сизаля, новозеландского льна.

**7.** Тряпье хлопчатобумажное, льняное и пеньковое. Идет для выработки беленой тряпичной полумассы, реже для изготовления небеленой тряпичной полумассы, используемой для производства картона. Отличается длинным волокном и высокой прочностью.

**8.** Макулатура (старая бумага и обрезки).

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Фото 1



Фото 2



Фото 3



Фото 4



Фото 5



Фото 6



Фото 7



Фото 8



Фото 9

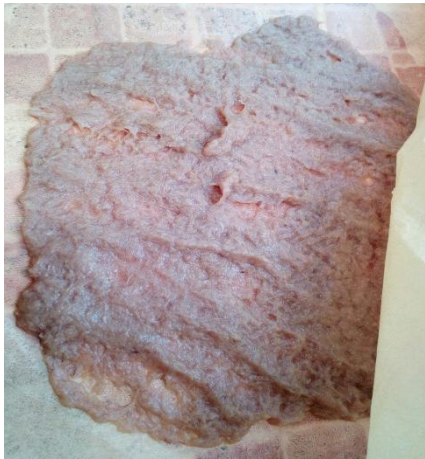


Фото 10



Фото 11

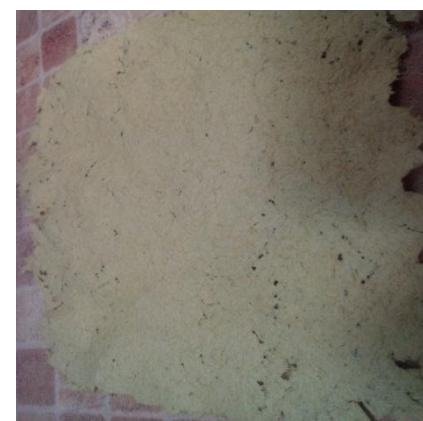


Фото 12



Фото 13



Фото 14



Фото 15



Фото 16



Фото 17



Фото 18



Фото 19



Фото 20



Фото 21



Фото 22

