



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"МИРЭА - Российский технологический университет"

**РТУ МИРЭА**

---

Институт искусственного интеллекта (ИИ)  
Кафедра промышленной информатики (ПИ)

**ОТЧЕТ**

по дисциплине

**«Разработка автоматизированных систем реального времени»**

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

**«Анализ предметной области»**

Отчет предоставлен к рассмотрению  
студентом группы:  
КВБО-03-21

Квашнина Д.О.

Преподаватель

Зорина Н.В.

Практическая работы выполнены

«\_\_»\_\_\_\_2025 г.

«Зачтено»

«\_\_»\_\_\_\_2025 г.

Москва, 2025

# **1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

## **1.1 Краткая характеристика объекта автоматизации**

В качестве объекта автоматизации был выбран процесс производства бумаги.

Технология производства бумаги состоит из следующих этапов:

- обработка массы;
- разбавление массы водой;
- очищение;
- прессовка и сушка;
- резка, сортировка и упаковка.

Самый первый этап, который проходит сырье – это процесс отбеливания и очистки. На этом этапе удаляются излишние загрязнения: кора, смолы и другие примеси. Это важный этап, который влияет на качество и внешний вид готовой продукции. После очистки волокна замачиваются в воде, чтобы сделать их более гибкими и подготовить к последующим этапам.

Далее начинается следующий этап – размалывание сырья в непрерывно действующих аппаратах. На фабриках используют роллы, мельницы конического и дискового типов, рафинеры. Весь этот процесс позволяет раскрыть волокна и образовать однородную массу для дальнейшего формирования бумаги.

Полученную муку очищают, добавляют связующее вещество и наполнитель: парафиновые эмульсии, клеи, тальк, крахмал и прочие.

Жидкий состав выливают на плоскую сетку бумагоделательной машины. После уплотнения и формовки цельное полотно покрывают клеевыми пигментами (для мелованной бумаги) или другими составами.

Следующий этап — просушка при повышенной температуре с помощью шлифовочных цилиндров. Волокна застывают, образуя бумажное полотно.

Готовая лента наматывается на накат — вращающийся цилиндр с прижимным валиком, который собирает полотно в рулон. Технология

производства бумаги также предполагает постобработку — глянцеование, окрашивание, резку. Постобработка напрямую зависит от дальнейших целей использования бумаги.

Способ резки рулонов бумаги отличается в зависимости от планов на ее использование. Рулоны разрезают в бобинорезке, затем сматывают в несколько рулонов меньшего объема и диаметра. После этого разделяют на готовые листы для печатного цеха — например, лазером. При таком способе края аккуратны, на них нет нагара.

Последний этап изготовления бумаги — упаковка. Ее самые распространенные виды:

- фасовка в пачки по 250-1000 листов, обернутые крафт-бумагой или другим плотным и водостойким материалом;
- паллетирование — перенос листов на плоские прямоугольные подставки с выемками для захвата и крепления;
- смешанный способ — сначала листы собирают в пачки, а затем помещают на паллеты;
- упаковка «калачами» (свертками до 10—15 кг). Такой вариант подходит для технической, упаковочной бумаги увеличенного формата (может переноситься вручную, без пандусов и спецтехники).

Технологический процесс изготовления бумаги показан на Рис. 1.

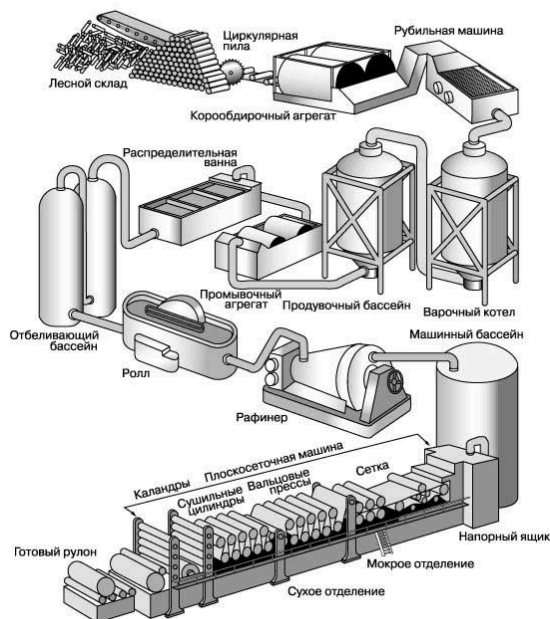


Рисунок 1 – Технологический процесс

При использовании нотации IDEF0 был проведен анализ производства бумаги (Рисунок 2).

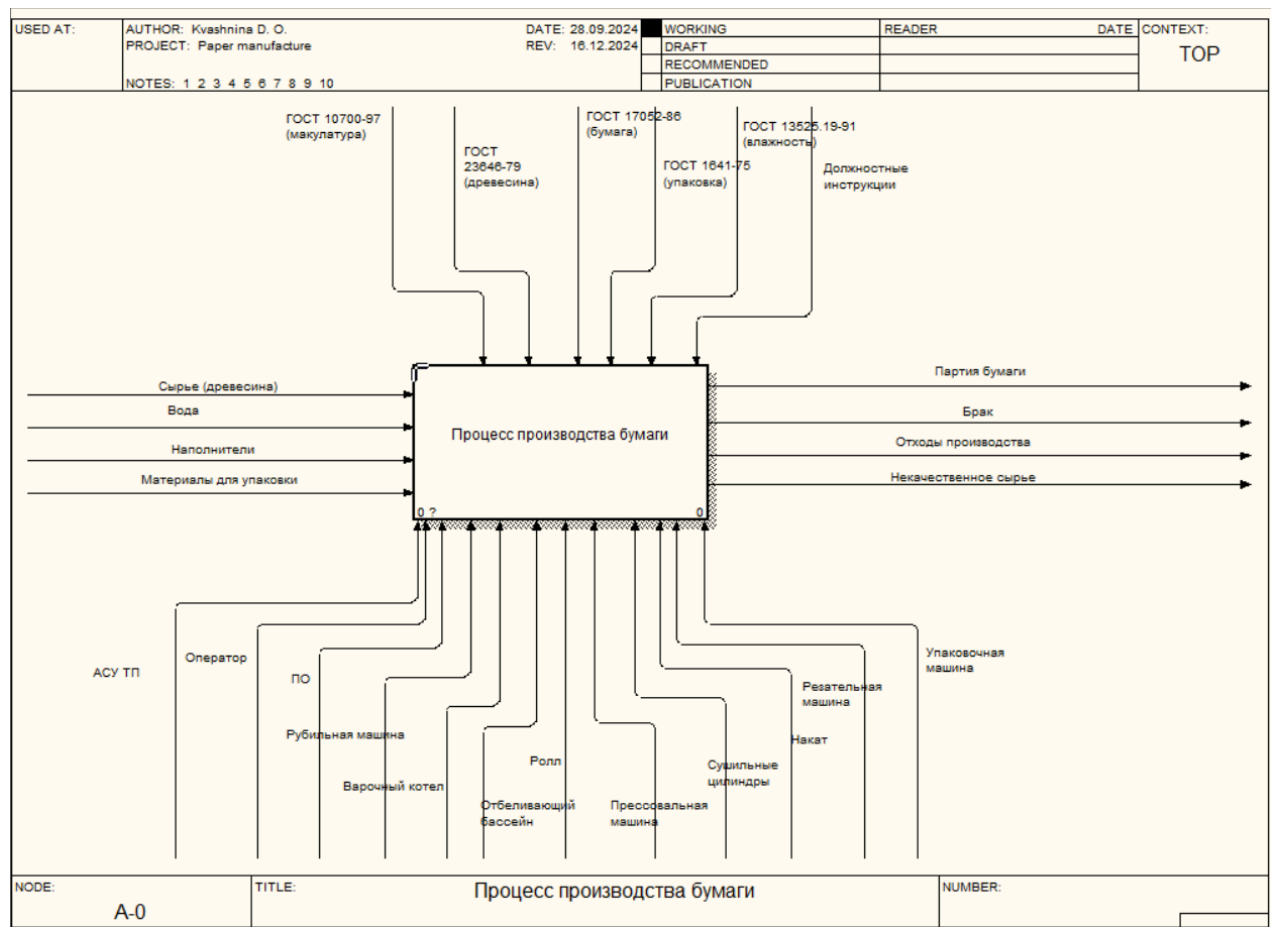


Рисунок 2 — Контекстная диаграмма IDEF0

В результате анализа выявлены необходимые для запуска процессов входные потоки:

- сырье (древесина);
- вода;
- наполнители;
- материалы для упаковки.

В качестве механизмов, позволяющих процессам выполнять проектируемые функции и задачи, выделены следующие:

- оператор — сотрудник предприятия, осуществляющий контроль за производством;

- ПО — программное обеспечение, необходимое для передачи той или иной информации о производстве;
- рубильная машина — оборудование, предназначенное для измельчения сырья до волокон;
- варочный котел — оборудование, предназначенное для разбавления волокон водой;
- отбеливающий бассейн — оборудование, предназначенное для отбеливания целлюлозных волокон;
- ролл — оборудование, предназначенное для перемалывания размоченных волокон;
- прессовальная машина — оборудование, предназначенное для прессования бумажной массы;
- сушильные цилиндры — оборудование, предназначенное для просушки пластов бумаги;
- накат — оборудование, предназначенное для формирования рулонов бумаги;
- резательная машина — оборудование, предназначенное для нарезки бумаги;
- упаковочная машина — оборудование, предназначенное для упаковки бумаги.

Влияние на ход выполнения процессов оказывают управляющие потоки, которые также будут учтены при проектировании системы:

- должностные инструкции — алгоритмы, которым следуют сотрудники во время работы;
- ГОСТ 10700-97 — требования к качеству макулатуры (готовой продукции);
- ГОСТ 23646-79 — требования к качеству сырья (древесины);
- ГОСТ 17052-86 — условия протекания процессов, информация о составе и соотношении ингредиентов;
- ГОСТ 1641-75 — требования к упаковке;

- ГОСТ 13525.19-91 — требования к процентному соотношению влажности в бумаге.

Результатом процесса “производство бумаги” являются:

- партия бумаги — бумага (конечный продукт);
- брак — бумага, которая не может быть передана потребителю из-за ее характеристик, не соответствующих стандартам качества;
- отходы производства — мусор и отходы, полученные в результате резки и упаковки бумаги;
- некачественное сырье — сырье, которое не может использоваться в технологическом процессе из-за несоответствия стандартам качества.

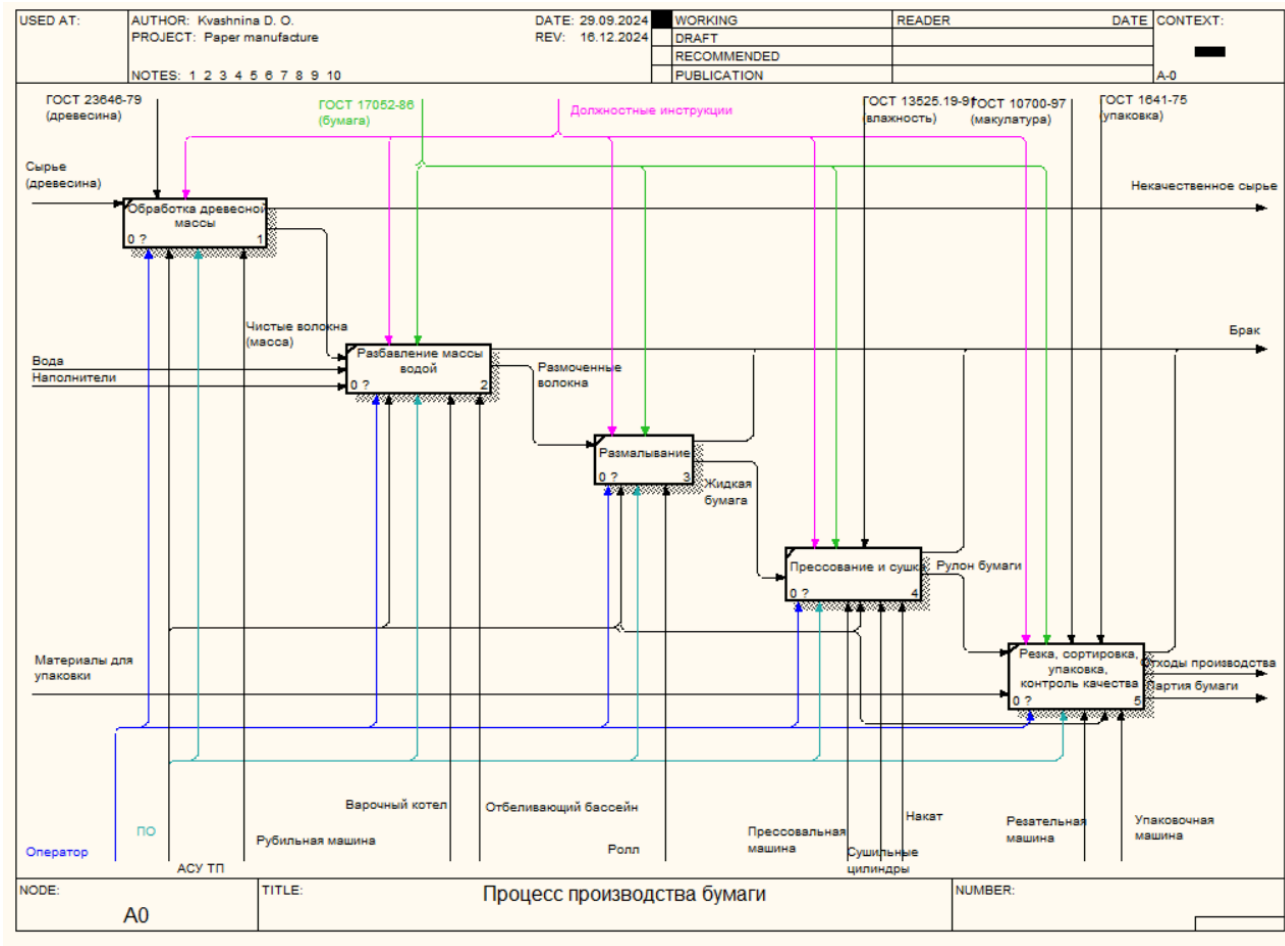


Рисунок 3 — Декомпозиция первого уровня

На Рисунке 3 представлена декомпозиция, отображающая основные процессы производства бумаги.

Процесс “Обработка древесной массы” представляет собой следующий набор функций и задач:

- проверка сырья на соответствие стандартам качества;
- измельчение древесины до волокон;
- передача на следующий этап чистых волокон.

Если выявлено несоответствие сырья стандартам качества, оно выходит из процесса как “некачественное сырье”. В случае успешного прохода контроля сырье отправляется на следующий этап.

На последующих этапах процессов в случае распознавания брака продукт может выходить из процесса как “брак”. В случае успешного выполнения процесса выполняется переход на следующий этап.

Процесс “Разбавление массы водой” представляет собой следующий набор функций и задач:

- разбавление волокон водой;
- отбеливание волокон. Данный процесс не является необходимым и выполняется только для определенных типов древесины;
- добавление наполнителей (связующее вещество, тальк, парафин) для придания тех или иных свойств бумаге;
- передача информации на следующий этап размоченных волокон.

Процесс “Размалывание” представляет собой измельчение бумаги до однородной массы и передача на следующий этап жидкой бумаги.

Процесс “Прессование и сушка” представляет собой следующий набор функций и задач:

- распределение бумаги на бумагоделательной сетке;
- прессовка и формовка бумаги;
- просушка на сушильных цилиндрах;
- выравнивание и уплотнение бумаги на цилиндрах;
- передача на следующий этап рулона бумаги.

Процесс “Резка, сортировка, упаковка, контроль качества” представляет собой следующий набор функций и задач:

- формирование рулона бумаги при помощи наката;
- проверка бумаги на качество. Бумага обязательно проверяется на содержание влаги (ГОСТ 13525.19-91);
- нарезка бумаги;
- упаковка бумаги в соответствии с ГОСТ 1641-75;
- на выходе передается информация о количестве выпущенной продукции и ее свойствах и составе.

## **1.2 Сбор и анализ функциональных требований**

Цель разработки автоматизированной системы: обеспечить управление и контроль процесса производства бумаги.

Разрабатываемая АС должна обеспечивать следующий функционал:

- передача команд управления о запуске и остановке процесса производства;
- внесение информации о поступающем на производстве сырье;
- получение отчетов о ходе выполнения технологического процесса, состоянии оборудования и этапах производства;
- быстроедействие и поддержка работы в реальном времени круглосуточно;
- разграничение прав доступа и защита от несанкционированного входа.

### **User Story 1: Управление процессом производства**

Как оператор, я хочу иметь возможность запускать и останавливать процесс производства через интерфейс системы, чтобы контролировать производственный процесс и оперативно реагировать на изменения.

### **Use Case 1: Управление процессом производства**

Акторы: Оператор.

Предусловия: Оператор имеет доступ к системе.

Постусловия: Процесс производства запущен или остановлен.

Основной сценарий:



1. Оператор открывает интерфейс системы.
2. Оператор выбирает опцию "Запустить процесс производства".
3. Система запускает процесс и отображает статус "Производство запущено".
4. Если оператор выбирает опцию "Остановить процесс производства", система останавливает процесс и отображает статус "Производство остановлено".

Альтернативные сценарии:

Если процесс не может быть запущен, система отображает сообщение об ошибке.

Диаграмма Use Case в нотации UML представлена на Рисунке 4.

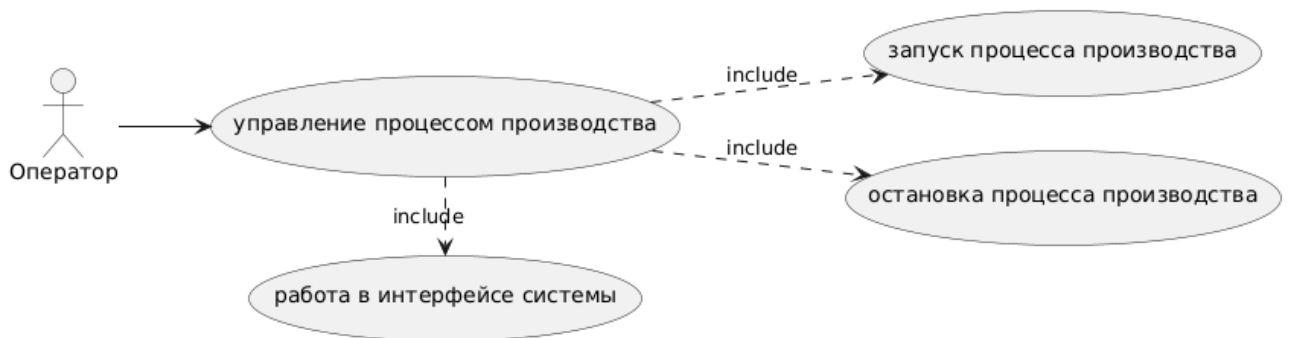


Рисунок 4 — Use Case 1

## User Story 2: Данные о поступающем сырье

Как оператор, я хочу передавать данные о сырье, поступающем на производство, чтобы указывать конкретные данные для каждой партии сырья и готовых изделий.

### Use Case 2: Данные о поступающем сырье

Акторы: Оператор

Предусловия: Оператор имеет доступ к системе.

Постусловия: Данные о сырье успешно внесены в систему.

Основной сценарий:

1. Оператор открывает интерфейс системы.
2. Оператор выбирает опцию "Ввести данные о сырье".

3. Оператор вводит данные о поступающем сырье (тип, количество и т.д.).
4. Оператор подтверждает ввод данных.
5. Система сохраняет данные и отображает сообщение об успешном добавлении.

Альтернативные сценарии:

Если введенные данные некорректны (например, количество меньше нуля), система отображает сообщение об ошибке и запрашивает повторный ввод.

Диаграмма Use Case в нотации UML представлена на Рисунке 5.



Рисунок 5 — Use Case 2

### User Story 3: Поддержка работы в реальном времени

Как оператор, я хочу чтобы система работала быстро и без задержек в реальном времени, чтобы я мог оперативно реагировать на изменения в производственном процессе и избегать сбоев.

### Use Case 3: Поддержка работы в реальном времени

Акторы: Оператор

Предусловия: Оператор имеет доступ к системе.

Постусловия: Система работает без задержек.

Основной сценарий:

1. Оператор открывает интерфейс системы.
2. Система загружает данные о текущем состоянии производства в реальном времени.
3. Оператор наблюдает за состоянием системы, включая текущие параметры и статус.

4. Если оператор инициирует изменения (например, остановка процесса), система реагирует на команды без заметных задержек.

Диаграмма Use Case в нотации UML представлена на Рисунке 6.

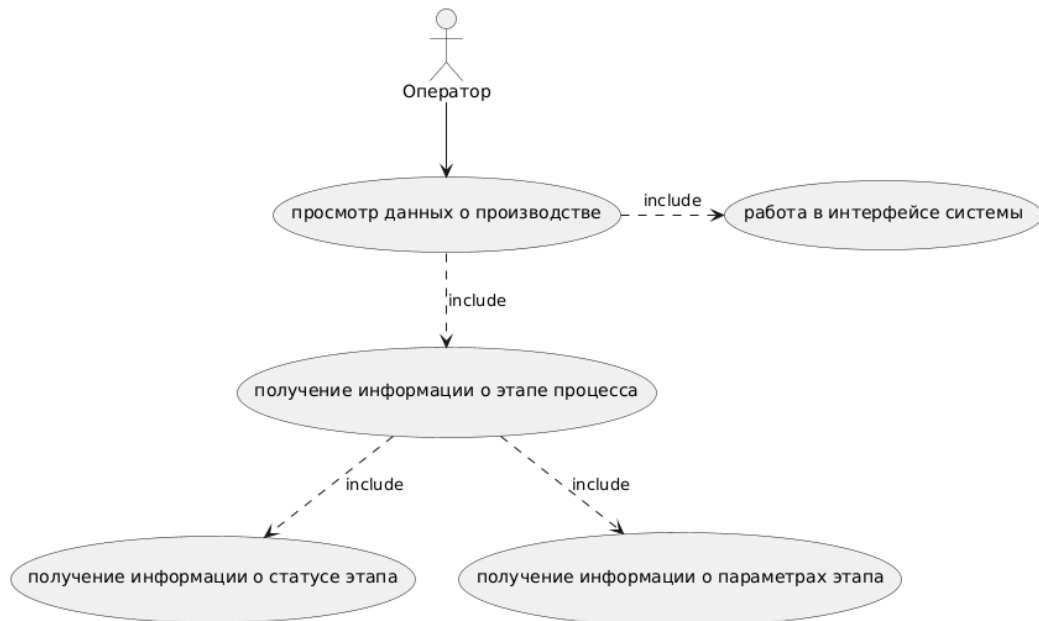


Рисунок 6 — Use Case 3

#### User Story 4: Доступ и безопасность

Как администратор системы, я хочу иметь возможность настраивать уровни доступа для различных пользователей, чтобы гарантировать безопасность системы и защиту от несанкционированного доступа.

#### Use Case 4: Доступ и безопасность

Акторы: Администратор системы

Предусловия: Администратор имеет полные права доступа к системе.

Постусловия: Уровни доступа настроены.

Основной сценарий:

1. Администратор открывает интерфейс управления пользователями.
2. Администратор выбирает, добавляет или удаляет пользователя.
3. Администратор устанавливает уровень доступа (например, "оператор", "управляющий производством", "администратор").
4. Администратор подтверждает изменения.
5. Система обновляет уровень доступа и отображает сообщение об успешном изменении.

Диаграмма Use Case в нотации UML представлена на Рисунке 7.

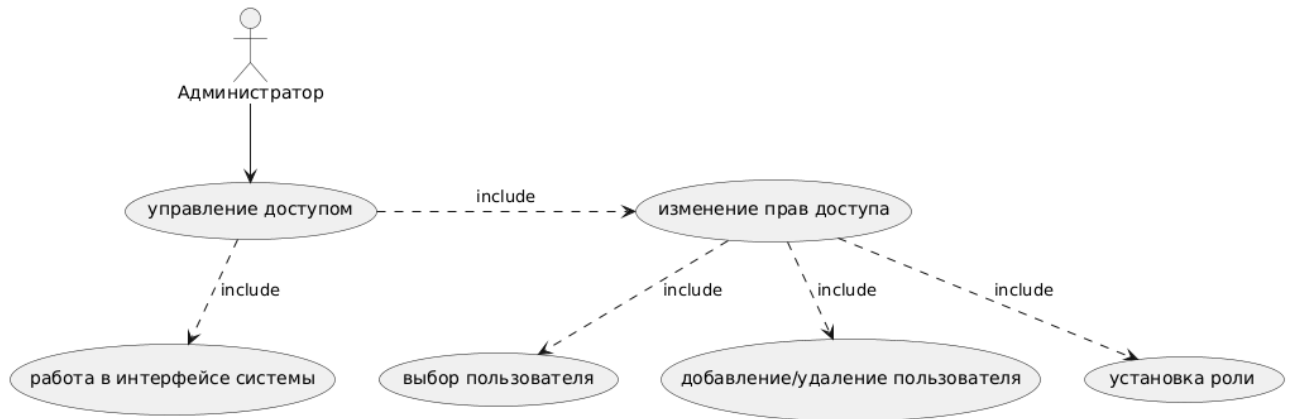


Рисунок 7 — Use Case 4

### User Story 5: Отчетность на этапах производства

Как управляющий производственным процессом, я хочу получать информацию о ходе выполнения технологического процесса на каждом этапе производства, чтобы анализировать статистику процесса и принимать решения для оптимизации производства.

#### Use Case 5: Отчетность на этапах производства

Акторы: Управляющий производственным процессом

Предусловия: Управляющий имеет доступ к системе.

Постусловия: Информация о производстве доступна для просмотра.

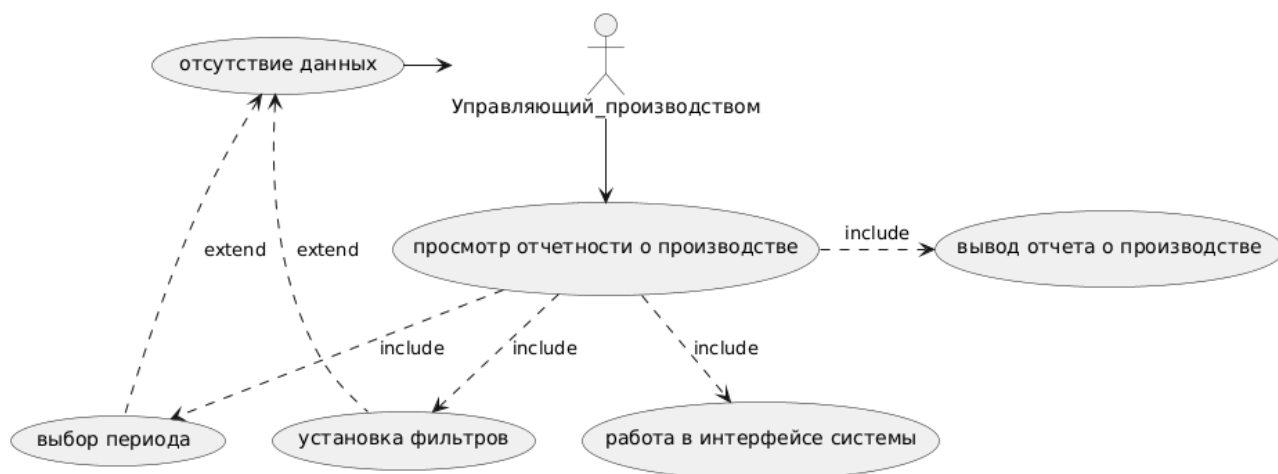
Основной сценарий:

1. Управляющий открывает интерфейс отчетности.
2. Управляющий выбирает период времени для отчета.
3. Система генерирует отчет о ходе выполнения технологического процесса с детализацией по этапам.
4. Управляющий просматривает отчет и анализирует данные.

Альтернативные сценарии:

Если данных для отчета недостаточно, система отображает сообщение об ошибке и предлагает выбрать другой период времени.

Диаграмма Use Case в нотации UML представлена на Рисунке 8.



**Рисунок 8 — Use Case 5**

### **1.3 Выводы по разделу**

В данном разделе был описан технологический процесс производства бумаги, были выявлены, описаны и проанализированы функциональные требования с использованием нотации UML (диаграммы User Story и Use Case) на разработку автоматизированной системы, была определена цель и задачи разработки. Целью разработки является обеспечение управления и контроля процесса производства бумаги.