

Региональная открытая конференция по научно-техническому творчеству
школьников «Лабиринты науки»

Секция «Химия»

**Разработка концепта многоразового дозатора
картриджного типа**

Секция «Химия»

Выполнил: Торопов
Александр Сергеевич, 10 «Ф»
класс, ГОУ ЯО «Лицей № 86»

Научный руководитель:
Озерова Ольга Николаевна,
учитель биологии, ГОУ ЯО
«Лицей № 86»

Консультант: Прудова
Наталья Юрьевна,
руководитель группы
профессиональной
ориентации и практической
подготовки отдела подготовки
кадров АО "Р-Фарм"

Ярославль 2025

Оглавление

Введение.....	3
1. Основная часть	5
1.1 Виды первичной упаковки	5
1.2 Требования к упаковкам твердых лекарственных форм	6
1.3 Материалы, из которых состоят упаковки	7
1.4 Дозаторы таблеток	8
1.4.1 Сравнительная характеристика дозаторов	8
1.4.2 Современные требования к дозатору.....	8
2. Практическая часть.....	9
2.1 Разработка упаковки для таблеток.....	9
2.2 Разработка плана дозации	10
2.3 Совмещение упаковки и дозатора.....	12
Заключение	13
Список источников и использованной литературы.....	14
Приложение 1	15
Приложение 2	18
Приложение 3	18
Приложение 4	22

Введение

На сегодняшний день во всем мире остро стоит вопрос вторичной переработки упаковки. Ведущие фармацевтические компании заинтересованы в замене или модернизации блистеров, способах их переработки, чтобы соответствовать всем требованиям и инициативам по расширению ответственности производителей в ЕС, США и других крупных организациях/странах. В мире активно применяются разные виды вторично-перерабатываемого пластика, уже существует множество относительно дешевых способов их переработки. В последнее время в технику все чаще интегрируется искусственный интеллект (ИИ), что упрощает пользование ей и делает ее более интуитивно понятной. Также для упрощения разных задач люди давно прибегают к автоматизации необходимых процессов и действий, это экономит время и силы. Получается, что сейчас фармацевтические компании нуждаются в экологичной упаковке, а люди в продукте, который позволит им проще и удобнее принимать курс таблеток. Соединив две эти потребности можно разработать решение, которое будет актуально и востребовано сейчас и в обозримом будущем.

На сегодняшний день большинство таблеток упаковывается в блистер, который крайне трудно перерабатывать и требует больших финансовых затрат. Кроме того, блистерами неудобно пользоваться (особенно когда их большое количество). Также следует отметить, что люди нередко забывают принимать таблетки в срок, а иногда и вовсе пропускают их прием.

Цель: разработать концепт многоразового дозатора картриджного типа с удобным пользовательским интерфейсом.

Задачи:

1. Изучить существующие виды упаковки твердых лекарственных форм и сравнить их между собой.

2. Изучить основные требования к упаковкам твердых лекарственных форм.

3. Основываясь на процессах изготовления существующих упаковок и необходимом для этого оборудовании, изменить блистер и разработать новую первичную и вторичную упаковку таблеток, соответствующую основным требованиям (изготовление, пользование и переработка которой будут наиболее удобными и выгодными).

4. Рассмотреть существующие дозаторы таблеток.

5. Разработать процесс дозации таблеток из нашей упаковки.

6. Разработать черновой концепт дозатора и провести мысленный эксперимент, для последующей модернизации концепта.

1. Основная часть

1.1 Виды первичной упаковки

Первичная упаковка — это материал, который находится в непосредственном контакте с лекарственным средством и обеспечивает его защиту от внешних воздействий.

Основные виды первичной упаковки для твердых лекарственных форм:

1. Блистерная упаковка (стрипы). Состоит из жесткой ячейки (обычно ПВХ) и защитной фольги (обычно алюминиевой).

2. Пластиковые или стеклянные банки (флаконы). Жесткая тара, укупоренная крышкой, часто с контролем первого вскрытия и защитой от детей.

3. Бумажные пакеты (картонные коробочки). Используются, как правило, для кратковременного хранения или для препаратов, не чувствительных к внешним условиям.

4. Саше-пакеты (для порошков, гранул). Гибкие пакетики из многослойной ламинатной пленки (например, бумага/фольга/ПЭТ).

Каждый вид упаковки имеет свои преимущества и недостатки (см. Приложение 1)

Вывод: выбор типа первичной упаковки зависит от физико-химических свойств препарата (чувствительность к влаге, свету, кислороду), требуемого срока годности, маркетинговых соображений, удобства для пациента и, конечно, экономической целесообразности. Для большинства современных таблеток и капсул "золотым стандартом" является блистерная упаковка, в то время как для больничных аптек и массовых препаратов остаются востребованными пластиковые флаконы. Исходя из этого, нам нужно объединить плюсы блистеров и флаконов, при этом избавиться от их минусов.

1.2 Требования к упаковкам твердых лекарственных форм

Основные требования к первичным упаковкам твердых лекарственных форм: таблеток, капсул, порошков, гранул регламентируются нормативными документами и направлены на обеспечение безопасности, эффективности и стабильности препарата в течение всего срока годности.

Общие принципы и требования:

1. **Безопасность и совместимость:** материалы должны быть нетоксичными и химически совместимыми с лекарственным средством. Они не должны вступать в реакцию с препаратом, адсорбировать (поглощать) действующие вещества или выделять в него какие-либо соединения (миграция).
2. **Защитные функции:** упаковка должна обеспечивать защиту от внешних воздействий, которые могут ухудшить качество препарата. В зависимости от свойств лекарства, это может быть защита от:
 - атмосферной влаги (для гигроскопичных веществ),
 - кислорода и углекислого газа воздуха (для окисляющихся веществ),
 - света (для светочувствительных препаратов),
 - улетучивания (для летучих веществ, например, ментола, йода),
 - механических повреждений и микробного загрязнения.
3. **Функциональность и удобство:** конструкция упаковки должна быть прочной, обеспечивать надежную укупорку (герметичную, плотную или хорошо укупоренную, в зависимости от требований) и быть удобной для транспортировки и использования пациентом, включая возможности защиты от детей и контроля первого вскрытия.
4. **Соответствие законодательству:** Все материалы и готовые изделия должны быть разрешены уполномоченными органами (например,

Минздравом РФ) к применению в фармации после проведения необходимых испытаний [1].

Существует особая классификация препаратов по видам требуемой защиты (см. Приложение 2) [8].

1.3 Материалы, из которых состоят упаковки

- **Стекло:** Обеспечивает максимальную защиту от всех видов воздействий (улетучивание, влага, газы, микрофлора, свет — при использовании светозащитного окрашивания). Химически инертно.
- **Металлы (алюминий, его сплавы, фольга):** Как и стекло, обеспечивают полный комплекс защиты. Алюминиевая фольга широко используется в качестве крышки для блистеров.
- **Полимеры (пластмассы):** Защищают от микрофлоры, но степень защиты от влаго- и газообмена сильно зависит от конкретного типа пластика (ПВХ, полиэтилен, полипропилен и др.). Могут требовать светозащитной окраски.
- **Комбинированные материалы (например, фольга с покрытием):** Объединяют преимущества разных материалов и обеспечивают высокий барьер ко всем внешним факторам.

У каждого вида материала, кроме преимуществ, имеются и свои недостатки (см. Приложение 3).

Вывод: безопасность, защита, функциональность и нормативное соответствие — ключевые столпы выбора первичной упаковки. Выбор зависит от препарата: тип упаковки определяется, исходя из чувствительности лекарственного вещества к влаге, свету, кислороду и другим факторам. Материал имеет значение: стекло и металлы обеспечивают наивысший барьер, в то время как полимеры предлагают гибкость, но требуют тщательного подбора [2].

1.4 Дозаторы таблеток

1.4.1 Сравнительная характеристика дозаторов

Дозаторы таблеток — это устройства, которые выпускают лекарства в определённое время, чтобы помочь пациентам соблюдать предписанный режим приёма препаратов. Такие устройства могут предупреждать пациента о том, что пришло время принимать лекарства. Некоторые дозаторы способны оповещать станцию мониторинга, если пациент своевременно не примет лекарство из устройства (см. Приложение 4) [8], [4].

1.4.2 Современные требования к дозатору

Современный дозатор должен отвечать следующим требованиям:

- сохранять чистоту таблетки и не допускать ее порчи,
- система дозации должна быть интуитивно понятна всем возрастам,
- дозация должна осуществляться автоматически (также, как и у автоматических/умных диспенсеров),
- дозатор должен обладать удобным интерфейсом, процесс дозации должен быть полностью настраиваемым для индивидуальных программ приема (человек может настроить расписание приема по рецепту врача),
- дозация должна предусматривать аварийные случаи (падение таблетки после извлечения на пол, загрязнение таблетки в процессе дозаци и т.п.),
- дозация может быть прервана по необходимости.

Вывод: простые органайзеры подходят для дисциплинированных людей, которым нужно лишь упорядочить прием лекарств. Полуавтоматические модели — хорошее решение для тех, кто часто забывает о времени приема таблеток. Автоматические диспенсеры незаменимы для пациентов с серьезными нарушениями памяти (например, при деменции) и в случаях, когда родственникам или опекунам необходим удаленный контроль за лечением.

2. Практическая часть

2.1 Разработка упаковки для таблеток

1. Разработка первичной упаковки:

- **Выбор материала первичной упаковки:** Изучив материалы, которые уже используются в существующих упаковках мы выбрали PET пластик. Наш выбор основывается на высокой прочности, химической инертности, гибкости и возможности замутнения (защита от светового воздействия), также PET дешевле алюминия и стекла, процесс его производства и переработки давно освоен и легок. Наличие только одного материала первичной упаковки упрощает его производство, переработку.

- **Выбор форм-фактора упаковки:** Для нашего решения нам нужна упаковка, которую мы будем использовать как вместе с дозатором, так и без него (вручную). Отличной формой упаковки для этого будет гибкий картридж, у которого одна сторона будет утолщенной, а вторая тонкой (как у блистера), картридж будет в 1 таблетку толщиной и будет напоминать пулеметную ленту по принципу дозации, на каждой ячейке снизу будет напечатана стрелочка, указывающая с какой стороны вставлять картридж в дозатор. Места соединения двух ячеек картриджа будут тонкими и иметь надрез в форме треугольника, как у пакетика чая, чтобы имелась возможность отделить несколько ячеек и взять их с собой (положить в карман). Такой вариант привычен в использовании вручную, а также делает конструкцию дозатора более простой, учитывает наличие вторичной упаковки. Также мы предлагаем выпускать упаковку в трех основных вариациях (на 7 таблеток, на 14 таблеток и на 30 таблеток). Это даст возможность покупать таблетки фиксированным количеством в зависимости от курса приема, это удешевит продукт.

2. Разработка вторичной упаковки:

- Наиболее простой, легко-перерабатываемой и выгодной упаковкой будет являться картонная коробка. Такой вид вторичной упаковки используется повсеместно, защищает первичную упаковку от УФ излучения, механических повреждений и других нежелательных внешних воздействий. Благодаря гибкости нашей первичной упаковки, для уменьшения размера коробки картриджи могут быть скручены в спираль или разложены змейкой [6].

Вывод: мы учли все необходимые требования (выгода и удобство использования, транспортировки, а также простота переработки упаковок).

2.2 Разработка плана дозации

Согласно характеристике, мы составили план дозации, от вставления картриджа в дозатор, до извлечения пустого картриджа:

1. Нажмите кнопку включения дозатора, дождитесь высвечивания надписи: «Вставьте картридж».
2. Вставьте картридж внутрь входного (верхнего) отверстия так, чтобы он входил стрелкой вниз.
3. Дождитесь звукового сигнала и высвечивания меню настройки на экране, указывающего на работоспособность дозатора и пригодность картриджа.
4. В случае отсутствия звукового сигнала и надписи: «Ошибка загрузки» выньте картридж и попробуйте снова.
5. Если пункт 4 повторяется, попробуйте другой картридж и/или обратитесь к мастеру для устранения ошибки.
6. При успешной загрузке картриджа начните настройку дозации, заполните нужную информацию в таблицу с помощью сенсорного экрана.
7. Дождитесь автоматического завершения настройки. Дозатор готов к дозации по расписанию.
8. В назначенное время дозатор выдавит таблетку в специальный отсек (он будет встроен в корпус и выдвигаться из лицевой части дозатора, как выдвижной ящик шкафа. Это исключит попадание пыли и других

загрязнений в отсек), произведет звуковой сигнал, на экране появится надпись: «Заберите таблетку из отсека» и кнопка, при нажатии которой отсек дозатора откроется.

9. Из открытого отсека извлеките таблетку, примите ее, закройте отсек до характерного щелчка.

10. На экране на несколько секунд появится надпись, указывающая информацию о следующей дозации, дозатор снова придет в рабочее положение.

11. В аварийном случае или при необходимости ввести корректировки в работу дозатора необходимо нажать на три полоски в правом верхнем углу экрана, где откроется меню действий с дозатором (изменение расписания приема таблеток, замена картриджа, аварийное додозирование таблетки, аварийное извлечение картриджа при поломке механизма дозации)

12. В обычное время, дозатор подключенный к сети будет выполнять функцию часов и показывать текущее время, время до приема следующей таблетки и количество употребленных таблеток.

13. При использовании дозатора в том же меню взаимодействия (три полоски в правом верхнем углу экрана) можно выбрать энергосберегающий режим, при котором экран дозатора будет гаснуть после 1 минуты без взаимодействия [6], [7].

Вывод: такая система дозации удовлетворяет нашим требованиям, она рассчитана на разные обстоятельства и может быть легко изменена в соответствии с условиями эксплуатации. Она подходит как для частного использования (в квартире, на даче, на работе), так и в медицинских учреждениях, где работа медсестер может упроститься до введения сведений в таблицу дозатора и проверки их состояния (вместо ручной раздачи таблеток каждому пациенту по спланированному графику).

2.3 Совмещение упаковки и дозатора

Реализацию совмещения упаковки и дозатора мы представили в виде картинке, созданной нейросетью с последующей доработкой в графическом редакторе (рисунок 1).



Рисунок 1 - Прототип инновационного дозатора картриджного типа

Готовый концепт еще можно модернизировать, например,

- Увеличить корпус дозатора и добавить в него несколько механизмов дозации, оставив при этом один экран управления. Это позволит принимать сразу несколько курсов разных таблеток одновременно.
- Добавить в корпус аккумулятор, который можно будет зарядить от сети, это даст возможность работать дозатору автономно некоторое время (например, при аварийном отключении электричества).
- Добавить голосовой ассистент и/или сделать возможным включение дозатора в систему «Умный дом» от таких компаний, как: Яндекс, Apple.

Заключение

В ходе работы над проектом нам удалось достичь цели: разработать концепт многодозового дозатора с тремя типоразмерами ПЭТ-картриджей с удобным пользовательским интерфейсом, при этом мы упростили процесс переработки упаковки таблеток, сделали его более удобным.

Все поставленные задачи были решены в полном объеме:

1. Были изучены существующие виды упаковки твердых лекарственных форм, и мы сравнили их между собой.

2. Определены основные требования к упаковкам твердых лекарственных форм.

3. Была разработана инновационная первичная упаковка твердых лекарственных форм, соответствующая всем ранее выдвинутыми нами требованиями, а также вторичная упаковка.

4. Были рассмотрены существующие виды дозаторов таблеток.

5. Был разработан инновационный способ дозации таблеток, рассмотрены аварийные случаи при дозации.

6. Был разработан дозатор таблеток картриджного типа с одним разъемом для картриджа и простым сенсорным экраном для настройки и работы с дозатором. Были предложены возможные способы модернизации, позволившие усовершенствовать конструкцию дозатора, осуществить одновременную дозацию нескольких картриджей с разными видами таблеток, сделать возможной автономную работу дозатора без подключения к сети.

7. Был разработан конечный концепт дозатора и картриджей.

В ближайшей перспективе планируется найти команду единомышленников, с которыми можно будет приступать к реализации первых материальных прототипов концепта, разработать ПО для дозатора и сделать демонстрационный макет изделия.

В отдаленной перспективе продукт может быть запатентован и стать отличным стартапом, ввиду своей актуальности он может заинтересовать

крупные компании, которые могут выкупить патент или начать с нашей командой единомышленников тесное сотрудничество.

Список источников и использованной литературы

1. Международный стандарт материалов упаковки для медицинских продуктов «Primary packaging materials for medicinal products». URL: <https://www.iso.org/standard/70729.html> (дата обращения: 14.09.2025).
2. Общая фармакопейная статья ГФ XV «Упаковка для лекарственных средств». URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-1/upakovka-lekarstvennykh-sredstv/> (дата обращения: 13.09.2025).
3. И.И. Краснюк, Г.В. Михайлова «Фармацевтическая технология. Технология лекарственных средств». URL: https://jasulib.org/kg/wp-content/uploads/2024/08/krasnyuk_farm_tekhnologiya.pdf (дата обращения: 14.09.2025).
4. Каталог медицинских изделий «Medicalexpo.ru». URL: <https://www.medicalexpo.ru/> (дата обращения: 13.09.2025).
5. Научно-производственный журнал «Разработка и регистрация лекарственных средств». URL: https://www.pharmjournal.ru/jour?locale=ru_RU (дата обращения: 14.09.2025).
6. Статья о разработке умного дозатора «AutoPill». URL: <https://habr.com/ru/companies/samsung/articles/531244/> (дата обращения: 16.09.2025).
7. Статья о разработке умного дозатора в НГТУ. URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/10009181> (дата обращения: 16.09.2025).
8. 10 лучших автоматических дозаторов для таблеток. URL: <https://con-pharm.ru/articles/razvlekatelno-poznavatelnoe/10-luchshikh-avtomaticheskikh-dozatorov-dlya-tabletok/> (дата обращения: 15.09.2025).

Преимущества и недостатки различных видов первичной упаковки

1. Блистерная упаковка (стрипы)

Плюсы:

- **Высокая степень защиты:** Предохраняет от влаги, света, механических повреждений и загрязнений.
- **Герметичность:** Каждая ячейка изолирована, что предотвращает попадание воздуха и влаги.
- **Удобство и безопасность:** Позволяет легко извлекать одну дозу. Часто обладает функциями защиты от детей (требует усилия для вскрытия).
- **Индивидуальность:** На каждый блистер можно нанести маркировку (название, серия, срок годности).
- **Портативность:** Удобно носить с собой необходимое количество доз.
- **Контроль приема:** Пациент видит, принял ли он таблетку.

Минусы:

- **Относительно высокая стоимость:** Дороже в производстве, чем банки или бумажные пакеты.
- **Хрупкость:** При сильном сдавливании ячейки могут повредиться.
- **Экологичность:** Сложность утилизации из-за комбинации разных материалов (ПВХ + алюминий).
- **Ограничение по форме и размеру:** Подходит не для всех лекарственных форм (например, для очень крупных или нестандартных таблеток).
- **Может быть сложно вскрыть** для пожилых людей или людей с ограниченными возможностями.

2. Пластиковые или стеклянные банки (флаконы)

Плюсы:

- Защита от физических воздействий: Хорошо защищают от механических повреждений при транспортировке.
- Большой объем: Позволяют упаковывать большое количество доз (до 1000 таблеток), что экономически выгодно.
- Универсальность: Подходят для таблеток, капсул любого размера и формы, а также для гигроскопичных препаратов (вместе с силикагелем).

Минусы:

- Риск загрязнения при частом открывании: При каждом открывании все содержимое подвергается воздействию воздуха, влаги и микробов.
- Отсутствие индивидуальной защиты: Все таблетки находятся вместе.
- Нет контроля приема: Пациенту сложно отследить, принял ли он лекарство.
- Менее портативны: Неудобно носить с собой всю банку.
- Более высокие затраты на логистику: Из-за большого веса и объема.

3. Бумажные пакеты (картонные коробочки)

Плюсы:

- Низкая стоимость: Самый дешевый вид упаковки.
- Экологичность: Бумага легко утилизируется и биоразлагаема.
- Простота производства и использования.

Минусы:

- Практически нулевая защита: Не защищают от влаги, света, запахов, механических повреждений.
- Негерметичны.
- Легко порвать или смять.

- Подходят только для стабильных препаратов с длительным сроком годности, не чувствительных к условиям окружающей среды.
- Нет защиты от детей.

4. Саше-пакеты (для порошков, гранул)

Плюсы:

- Высокая барьерность: Многослойная структура надежно защищает от влаги, кислорода и света.
- Индивидуальная дозировка: Каждый пакетик содержит одну дозу.
- Удобство использования: Содержимое легко высыпать.
- Герметичность: Полная изоляция до момента вскрытия.
- Портативность.

Минусы:

- Стоимость: Дороже, чем бумажные пакеты.
- Сложность утилизации: Из-за комбинации материалов.
- Не подходят для таблеток/капсул: В основном используются для сыпучих форм.
- Можно случайно порвать.

Таблица 1. Классификация препаратов по видам требуемой защиты

Группа препаратов	Требуемый вид защиты	Примеры веществ
Гигроскопичные/Гидролизующиеся	Защита от влаги	Никотиновая кислота, соли алкалоидов, антибиотики, ферменты, сухие экстракты
Выветривающиеся	Защита от потери влаги	Магния сульфат, натрия сульфат
Летучие	Защита от улетучивания	Камфара, ментол, йод
Окисляющиеся	Защита от кислорода воздуха	Вещества с неопределёнными связями, фенолы, морфин, ферменты
Реагирующие с CO ₂	Защита от углекислого газа	Соли щелочных металлов и слабых кислот (барбитал-натрий)
Светочувствительные	Защита от света	Йодиды, нитраты, нитросоединения, антибиотики, кортикостероиды

Преимущества и недостатки материалов, из которых состоят упаковки

1. Стекло

Плюсы:

- Высокая химическая инертность: Не вступает в реакцию с большинством лекарственных средств, не адсорбирует и не мигрирует вещества.
- Абсолютный барьер: Непроницаемо для газов (O_2 , CO_2) и паров влаги, обеспечивает полную защиту от улетучивания.
- Отличная защита от микробного загрязнения (при герметичной укупорке).
- Прекрасная светозащита при использовании темного стекла (оранжевое, коричневое).
- Жесткость и стабильность формы.
- Экологичность и возможность переработки.

Минусы:

- Большой вес: Увеличивает вес конечной продукции и затраты на логистику.
- Хрупкость: Риск боя при транспортировке и использовании, требует осторожного обращения.
- Стоимость: Выше, чем у многих полимеров.
- Ограниченный дизайн: Сложнее создать сложные и эргономичные формы по сравнению с пластиком.
- Образование осколков при повреждении, что представляет риск для пациента.

2. Металлы (алюминий, его сплавы, фольга):

Плюсы:

- Абсолютный барьер: Непроницаем для света, влаги, газов и запахов. Обеспечивает максимальную защиту.
- Прочность и устойчивость к механическим повреждениям.
- Малый вес по сравнению со стеклом.
- Гибкость: Позволяет создавать удобные формы (блистеры, тубы).
- Обеспечивает герметичность шва в блистерных упаковках.
- Позволяет создавать сложные системы защиты от вскрытия детьми.

Минусы:

- Подверженность коррозии: Может окисляться при контакте с некоторыми веществами (требуется защитное лаковое покрытие).
- Реакционная способность: Может взаимодействовать с некоторыми лекарственными веществами без защитного внутреннего покрытия.
- Непрозрачность: Невозможно визуально оценить состояние и количество содержимого (например, в банке).
- Стоимость: Выше, чем у полимерных материалов.
- Сложность утилизации комбинированных материалов (например, фольга + полимер).

3. Полимеры (пластмассы)

Плюсы:

- Низкая стоимость и простота производства.
- Малый вес, что снижает затраты на транспортировку.
- Прочность и устойчивость к ударам.
- Гибкость дизайна: Возможность создания любых форм и конструкций (банки, блистеры, флаконы-капельницы).
- Прозрачность: Позволяет видеть содержимое без вскрытия.
- Удобство для пациента (легкость открывания, мягкость).

Минусы:

- Неабсолютный барьер: Большинство полимеров в той или иной степени проницаемы для газов, паров влаги и летучих веществ.
- Риск сорбции/миграции: Полимер может поглощать действующие вещества из препарата или выделять в него пластификаторы и другие компоненты.
- Статическое электричество: Может притягивать пыль и мелкие частицы препарата (например, порошки).
- Чувствительность к температуре и УФ-излучению: Может стареть, желтеть, становиться хрупким.
- Требуют тщательного подбора под конкретный препарат из-за разной проницаемости.

4. Комбинированные материалы (например, фольга с покрытием)

Плюсы:

- Максимальная защита: Объединяют преимущества разных материалов, создавая высокий барьер для всех внешних факторов (свет, влага, кислород).
- Универсальность: Можно подобрать идеальную комбинацию слоев под требования конкретного препарата.
- Прочность и гибкость.
- Идеальны для самых чувствительных препаратов (например, биологических, современных сложных молекул).
- Позволяют создавать современные удобные формы упаковки (саше, стики).

Минусы:

- Высокая стоимость: Самые дорогие из перечисленных материалов.
- Сложность производства и переработки.
- Непрозрачность (в случае использования фольги).
- Потенциал для расслоения при нарушении технологии производства или хранения.

Таблица 2. Преимущества и недостатки существующих дозаторов таблеток

Вид дозатора	Конкретные модели	Плюсы	Минусы
Простые (органайзеры)	• F-S1, F-S2, F-S3 (Behmpat Produccione s S.L.) • DC660174, DC661312 (Suzhou SunMed) • Dolcimo® Classic, Dolcimo® Pocket (PRATICIMA) • PILPLU	• Низкая стоимость • Простота использования: не требуют питания, легко заполнять • Портативность: компактные модели удобно брать с собой • Наглядность: видно, приняты ли лекарства	• Нет напоминаний: требуют высокой самодисциплины • Риск ошибки: можно перепутать или пропустить прием • Отсутствие защиты: дети или пациенты с деменцией могут получить доступ к лекарствам
Полуавтоматические (с сигнализацией)	• GMS Med-e-lert • LiveFine Automatic Pill Dispenser • e-Pill MedSmart	• Своевременное напоминание: звуковые и световые сигналы • Повышение дисциплины: сигнал звучит до тех пор, пока таблетки не извлечены • Защита от	• Требуют ручного извлечения: пациент должен самостоятельно взять таблетку • Ограниченная функциональность: не решают проблему, если человек не слышит сигнал или физически не

		детей: многие модели имеют замок	может достать таблетку
Автоматические (умные диспенсеры)	• Hero • Pillo • Capsuled (Vaica Medical) • AutoPill (разработка НГТУ)	• Полная автоматизация: устройство само выдает разовую дозу • Удаленный контроль: уведомления опекунам через SMS или приложение • Высокая безопасность: блокировка от детей и несанкционированного доступа • Гибкие настройки: сложные графики приема	• Высокая стоимость: цена значительно выше простых аналогов • Сложность эксплуатации: требуется настройка и подключение к интернету - Зависимость от питания: необходима работа от электросети или батареек