

Г. К. Мамбетерзина^{1*}, Д. Д. Омаргалы¹

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНЪЕКТОРА ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

¹Школа фармации, НАО «Медицинский университет Караганды» (Караганда, Республика Казахстан)

*Гульнара Кенесовна Мамбетерзина – школа фармации, НАО «Медицинский университет Караганды» (Караганда, Республика Казахстан); e-mail: Mambeterzina@qmu.kz, тел.: +7-777-629-77-38

Цель работы: Разработать компьютерную модель автоматизированного инъектора доставки лекарственных препаратов при интоксикации фосфорорганическими соединениями.

Методы исследования:

1. Анализ литературных источников по действию фосфорорганических соединений на организм человека.
2. Сравнение компьютерных программ для разработки модели инъектора.
3. Компьютерное моделирование инъектора доставки лекарственных препаратов и механизма его действия.
4. Прогнозирование стоимости разработанного инъектора.

Результаты и обсуждение:

1. Проведен литературный обзор действия фосфорорганических соединений и анализ имеющихся концептов инъектора.
2. Для решения поставленной задачи положительно зарекомендовала себя компьютерная программа 3Ds MAX.
3. Разработана компьютерная модель и механизм работы автоматизированного инъектора доставки лекарственных препаратов при интоксикации фосфорорганическими соединениями.
4. Проведены экономические расчеты стоимости изготовления разработанного инъектора.

Заключение: разработанная модель автоматизированного инъектора позволит медицинским работникам своевременно вводить лекарственные препараты для предотвращения дальнейшего развития патологического состояния пациента.

Выводы: создание действующей модели автоматизированного инъектора на основе разработанной компьютерной модели предполагает необходимость поиска источника его финансирования.

Ключевые слова: Инъектор, рендер, токсические агенты, фосфорорганические соединения, шприц.

За последние годы в мире наблюдается рост заболеваемости острыми отравлениями. По данным Всемирной федерации токсикологических центров в мире происходит формирование отрицательной токсикологической ситуации, которая обусловлена ростом числа отравлений [9]. Более 1/10 пациентов погибает, так как своевременно не оказывается медицинская помощь из-за скоротечности развития патологии. Медицинский персонал не успевает ввести препарат для предотвращения дальнейшего развития патологического состояния пациента.

При ликвидации последствий нештатных ситуаций химического характера, а также при возможных террористических актах с применением отравляющих веществ медицинским работникам осложняет оказание своевременной помощи пациентам данного профиля отсутствие простой в обращении и транспортировке аппаратуры, позволяющей с нужной скоростью вводить инъекции необходимых препаратов.

Данная ситуация особенно характерна в зоне боевых действий, а также в зонах, где были использованы боевые отравляющие вещества. На театре боевых действий зачастую используют оружие массового поражения, которое наносило бы максимальный урон живой силе оппонента. В качестве подобного оружия используются химические, биологические или радиологические ОМП. Одним из самых часто

применяемых БОВ являются фосфорорганические соединения [7].

Исследования токсических свойств и биологической активности ФОС начато в 30-х годах XX столетия. В этом направлении исследований большую роль сыграли работы немецких ученых В. Ланге и Г. Крюгера (1932), которые синтезировали фторпроизводные фосфорной кислоты — диметил- и диэтилфторфосфаты и установили их высокую физиологическую активность. В конце 30-х годов большое количество ФОС получил Г. Шрадер, который обнаружил у некоторых из них инсектицидные свойства. В 1937 г. он запатентовал общую формулу контактных инсектицидов, согласно которой были синтезированы многие вещества, нашедшие применение в сельском хозяйстве в качестве инсектицидов (ТЭПФ, паратион, параоксон, шрадан и др.), а также зарин, табун, зоман, которые были взяты на вооружение Германией в качестве боевых отравляющих веществ.

Фосфорорганические соединения — яды нервнопаралитического действия, вызывающие паралич, в том числе и с летальным исходом. Большинство фосфорорганических пестицидов не ионизируется и проявляет значительные липофильные свойства, поэтому поступившее при вдыхании или глотании вещество легко всасывается.

К фосфорорганическим действующим веществам относятся:

азаметиофос, глифосат, глифосат (изопропиламинная соль), глифосат (калийная соль), глифосат (натриевая соль), диазинон, диметоат, дихлофос (ДДВФ), малатион (Карбофос), паратион-метил, пиримифос-метил (Актеллик), фенитропион, фентион, фозалон, фосэтил алюминия, хлорофос, хлорпирифос

При пероральном поступлении ФОС с водой или пищей сначала (от 3 мин и более) преобладают местные симптомы: резкие схваткообразные боли в животе, тошнота, рвота, понос, обильное слюноотечение. При средней и тяжелой формах поражений появляются общие симптомы отравления. Функциональные нарушения ЖКТ после купирования острых проявлений могут держаться продолжительное время.

При попадании ФОС на раневую поверхность возникает наибольшая опасность для жизни пострадавшего. Через несколько секунд появляются мышечные подергивания в области раны, а затем все остальные симптомы общего отравления. Интоксикация развивается быстро, протекает тяжело, прогноз, как правило, неблагоприятный.

Препаратом экстренной помощи является атропин или другой аналогичный м-холинолитик. В аптечке АИ-2 антидот – афин, находится в красном шприц-тюбике, вводится при первых признаках отравления во внутреннюю поверхность бедра. В первые часы эффективно применение реактиваторов холинэстеразы: дипироксим, изонитрозин. При невозможности применения реактиваторов холинэстеразы – атропин вводится до появления легких признаков его передозировки: сухость во рту, расширение зрачков. Вместе с антидотами могут использоваться анальгетики для облегчения болевого синдрома у пациента.

В качестве антидотов при поражениях ФОС в настоящее время применяются две группы веществ:

холинолитики, оказывающие блокирующее действие на постсинаптическую мембрану холинореактивных структур;

реактиваторы холинэстеразы, способные восстановить активность ингибированного фермента.

Антидоты оказывают максимальный эффект при условии

раннего их применения (в ближайшие 10-15 мин.).

Наибольшее распространение из препаратов группы холинолитиков получил атропин. Атропин оказывает антагонистическое влияние на все эффекты ФОС, фактически блокируя холинорецепторы и прерывая действие накопившегося в нервных синапсах ацетилхолина.

Важной особенностью применения атропина при интоксикации ФОС является использование его в дозах, намного превышающих принятые в общетерапевтической практике. Критерием адекватности вводимой дозы атро-

пина является появление и поддержание признаков легкой переатропинизации больного – небольшой мидриаз, сухость кожи и слизистых, умеренная тахикардия.

При отравлениях средней и тяжелой степени холинолитик необходимо вводить внутривенно, с интервалом 5-10 минут. Но несмотря на высокую эффективность атропина, его необходимо комбинировать с другими препаратами, действие которых распространялось не только на М-, но и на Н-холинорецепторы, поскольку именно в результате действия ФОС на последние развивается одно из наиболее грозных проявлений интоксикации – паралич дыхательной мускулатуры.

Цель данной работы: разработать компьютерную модель автоматизированного инъектора доставки лекарственных препаратов при интоксикации фосфорорганическими соединениями.

Актуальность. В Казахстане при оказании медицинской помощи пациентам с отравлениями ФОС используется АИ-4, в котором содержится устаревший по нынешним меркам и неудобный в использовании шприц-тюбик для ввода антидота. Офицеры медицинской службы испытывают нехватку нужного инструмента для полевой диагностики отравления и быстрого ввода антидота в организм больного. Относительно долгая подготовка шприца-тюбика и долгая смена препарата для ввода инъекции негативно сказываются на оказании медицинской помощи.



Рисунок 1 – Основные недостатки шприц-тюбика

В связи с этим предпринята попытка компьютерного моделирования современного аппарата для ввода антидота, который сможет заменить устаревший шприц-тюбик.

Критерии, которым должен соответствовать новый инъектор:

1. Удобство в использовании
2. Быстрая смена препаратов для инъекции
3. Дешевизна
4. Прочность
5. Мобильность

Теоретическая и экспериментальная медицина

6. Компактность
7. Экологичность материалов

Учитывая перечисленные критерии, разработана модель будущего устройства. За основу модели использовалась шприц-ручка [2] для ввода инсулина. Отличия заключены в используемых материалах, механизмах действия и меньших габаритах.

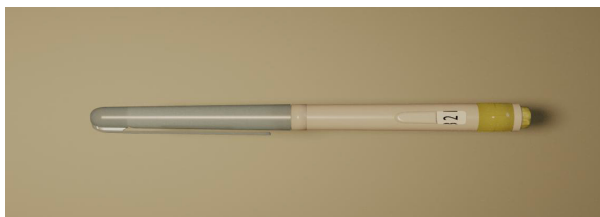


Рисунок 2 – Шприц-ручка для инъекций антидота



Рисунок 3 – АИ - 4

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Корпус

Основным материалом для корпуса может послужить **пропилен с антибактериальным слоем** TECAPRO SAN [1]. Данный вид полимеров в основном используются для медицинского оборудования.

Свойства:

- Превосходная стойкость к гидролизу даже при высоких температурах,
- Возможность многократной стерилизации обычными методами,
- Отличная химическая стойкость,
- Особенно хорошее сочетание прочности, жесткости, плотности и твердости,
- Отличная стойкость к истиранию и хорошая ударная прочность.

SAN материалы Ensinger обеспечивают дополнительную безопасность благодаря своим антибактериальным свойствам. Эффект основан на непрерывном выпуске биоцидов на поверхности пластмассовых деталей.

Функции: Антибактериальный эффект освобождения биоцидов.

Преимущества: Сокращение микробной обсемененности.



Рисунок 4 – TECAPRO SAN

Игла

Инъекционные иглы желательно изготовить из высокопрочной медицинской стали.

Наименование: 20G1[7]

Размер иглы: 0.9 x 40 mm [8]

Цвет по международной классификации: зеленый

Инъекции антидота с использованием таких игл более комфортны, менее болезненны, не требуют особых усилий. Длина иглы в 40 мм гарантирует, что инъекция будет выполнена внутривенно, что гарантирует быстрый эффект препарата в критических ситуациях.

Угол среза для выполнения внутривенных инъекций – 45 градусов. Чтобы минимизировать болевые ощущения, изделия покрыты силиконовым составом.



Рисунок 5 – Игла 20G1

Наименование марки: 20G1 [6]

Размер иглы: 0.8 x 60 mm [3]

Цвет по международной классификации: зеленый



Рисунок 6 – Игла внутримышечная.

Игла для внутримышечной инъекции длиной 60мм.

Угол среза для выполнения внутримышечных инъекций – 90 градусов [10].

Стекло для ампул

Материалом для изготовления ампул с антидотами может послужить – медицинское стекло.

Марка стекла: НС-3 [4]

Объем: 10 мл

Данная марка стекла обладает высокой устойчивостью к стерилизации паром в автоклаве при давлении 200-103 Па [4]. А так же у данного стекла повышенная химическая устойчивость.



Рисунок 7 – Стекло марки НС-3

Шток-поршневая система

Шток и поршни могут быть выполнены из HDPE полиэтилена высокой плотности низкого давления. Это жесткий тип пластика, который практически не выделяет вредных веществ и устойчив к маслам, бензину и температурным воздействиям.

Мембрану для ампул можно изготовить из силиконового каучука. Силиконовый каучук является инертным, стабильным и устойчивым к экстремальным условиям и температурам, при этом сохраняя все свои свойства. Изготавливают изделия из силикона двумя путями – через вулканизацию и литьем под давлением.

Изделия из силиконового каучука обладают следующими преимуществами:

- Высокая термостойкость;
- Хорошие антиадгезивные свойства;
- Высокая химическая стойкость;
- Хорошая устойчивость к УФ-излучению;
- Высокий коэффициент трения;
- Легкое отделение липких продуктов (в пищевой промышленности)

Составляющие детали иньектора

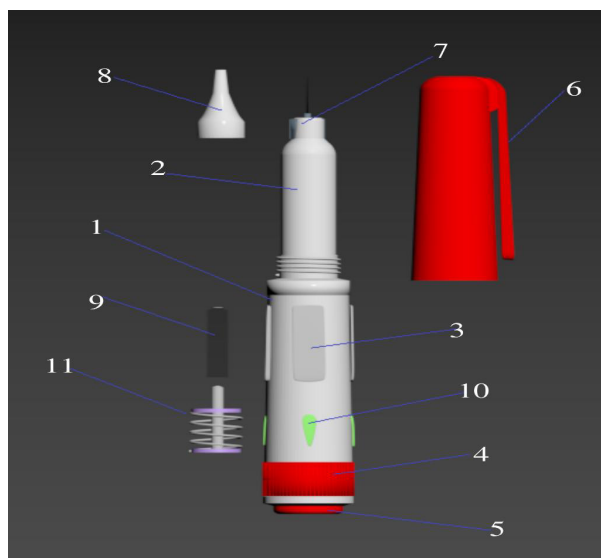


Рисунок 8 – Состав иньектора

1. Основной корпус
2. Полость для ампул
3. Входа для ампул
4. Шестеренка для натяжения
5. Пусковой механизм
6. Колпачок
7. Сменная игла
8. Колпачок для иглы
9. Ампула с антидотом
10. Кнопки для взведения флакона
11. Шток-поршневая система
12. Отсек для выброса ампулы
13. Дозатор

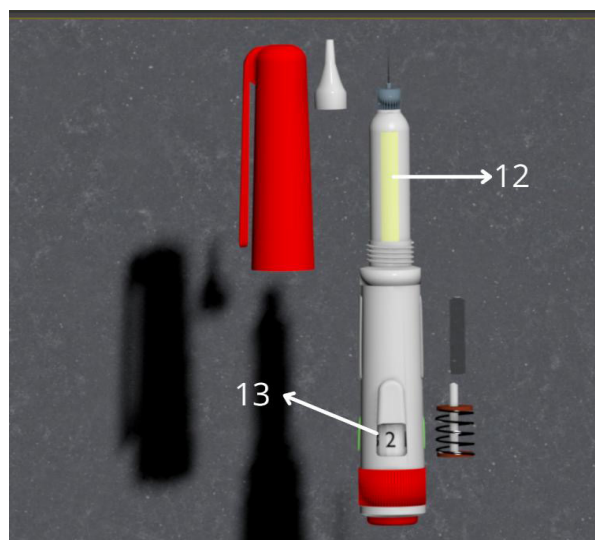


Рисунок 9. Состав иньектора 2

Строение флакона:

1. Стеклянная тара
2. Мембрана
3. Поршень
4. Разъем для иглы

Рисунок 10. Строение флакона

Строение Шток-поршневой системы:

1. Пружина
2. Шток
3. Шестеренки
4. Стойка

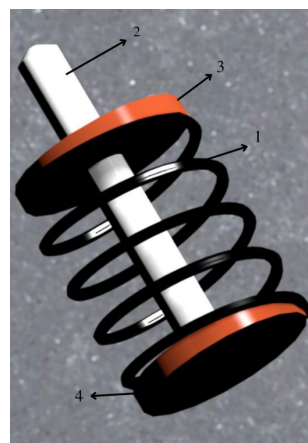


Рисунок 11. Шток-поршень

3D Render актуальной модели инъектора

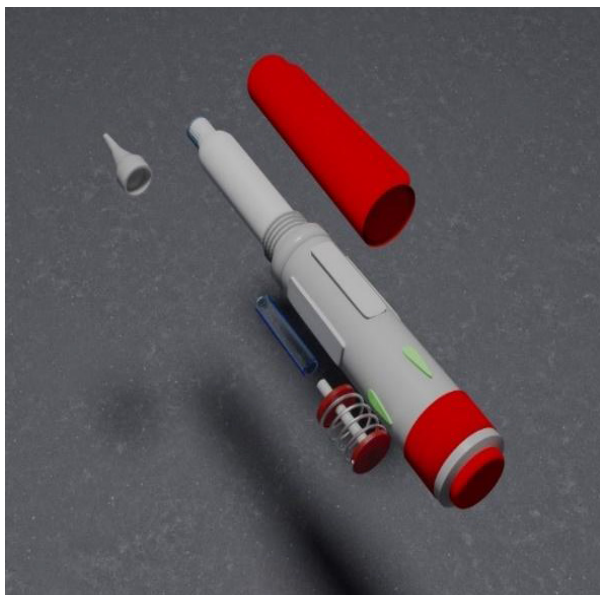


Рисунок 12. Актуальная модель

Механизм действия инъектора

Весь механизм использует шток-поршневую систему действия. Состоит из штоков, пружин, поршней и курков для подготовки/ взведения механизма.

Поршневой шток служит для соединения стойки с поршнем в гильзе-ампуле и передачи ей силы давления газов.

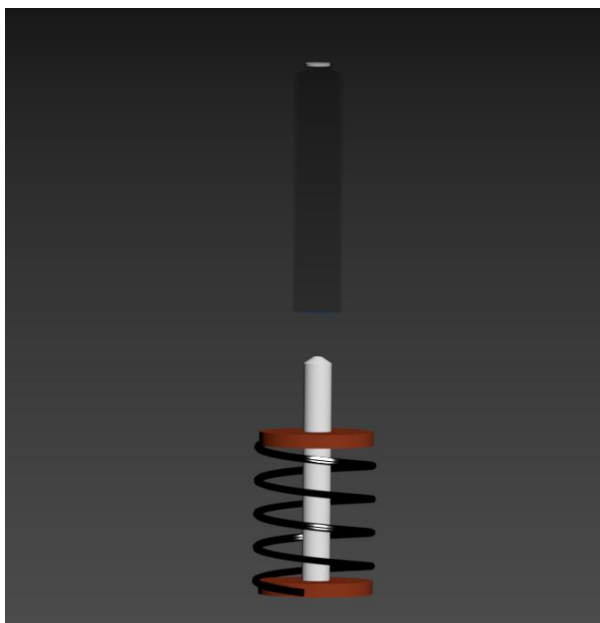


Рисунок 13. Модель шток-поршня

Принцип действия инъектора аналогичен работе шприцевого поршня: при поднятии поршня шприца, если его игла помещена в сосуд с жидкостью, между ним и поверхностью сосуда создается вакуум. Жидкость устремляется из сосуда, поскольку на неё действует атмосферное давление.

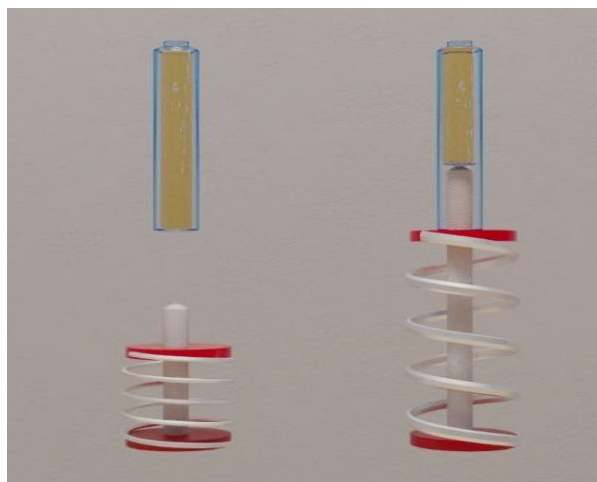


Рисунок 14. Шток-поршень в действии.

Принцип работы механизма

1. Вместимость корпуса позволяет вставлять 3 ампулы и для каждой имеется отдельный вход с отсеками.

2. Под каждый отсек установлен свой спусковой механизм со стартером.

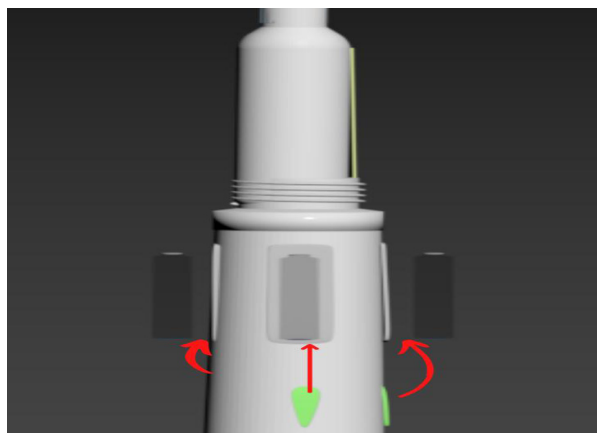


Рисунок 15. Стартеры

3. Препараты вставляются в отсеки, под отсеком имеется стартер, который опускает ампулу в дуло инъектора. Далее снимается колпачок для корпуса и колпачок под иглу.



Рисунок 16. Снятие колпачков и подготовка инъектора

4. Когда ампула попадает в дуло инъектора, ползунок нажимаем поднимаем вверх, тем самым соединяя ампулу с иглой.



Рисунок 17. Подключение ампулы к игле

Внутри корпуса имеется специальная резьба, по которой движутся шестеренки, тем самым натягивая пружину внутри до нужного уровня.



Рисунок 18. Натяжение пружин и взвод механизма.

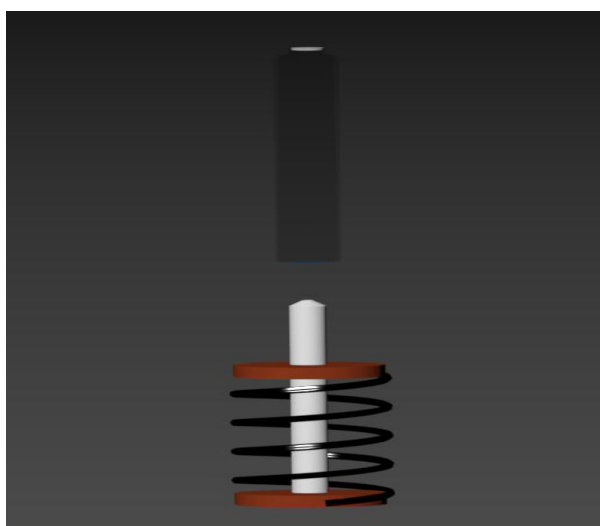


Рисунок 19. Шток до выстрела

При нажатии на спусковой механизм пружины со штоком выстреливают. Шток с поршнем внутри ампулы под давлением вытолкнет препарат наружу.

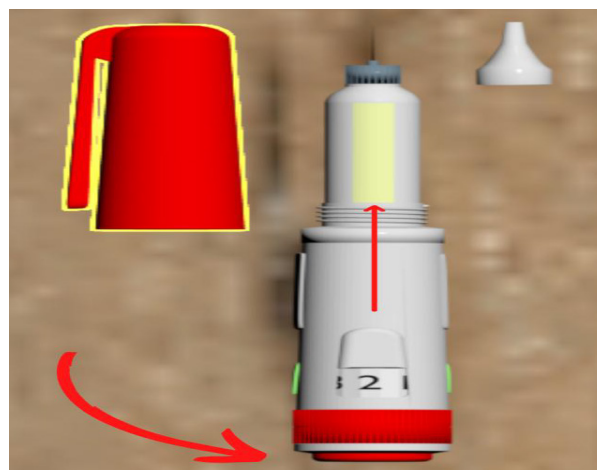


Рисунок 20. Спуск механизма

Открыв отсек, меняя флакон, данный алгоритм действий повторяется с другими препаратами.

Способ эксплуатации



Рисунок 21. Алгоритм использования инъектора

Экономические исследования

Если само определение себестоимости кажется интуитивно понятным, то формулы ее расчета являются уже строгими математическими выражениями. Для их понимания необходимо изучить применяемую в каждом конкретном случае методику анализа.

Первым этапом расчета себестоимости всегда является определение издержек на производство товара или услуги. Этот процесс обозначается экономическим термином: «калькуляция себестоимости продукции». Калькуляция может быть плановой, нормативной или фактической. Первая и вторая выражает представление о том, как должен быть построен хозяйственный процесс. Фактическая калькуляция производится на основе реальных данных.

Калькуляция себестоимости продукции – процесс, регулируемый множеством законо-

Теоретическая и экспериментальная медицина

дательных и отраслевых норм. Так происходит из-за практики назначения цен исходя из величины заявленной себестоимости. Во многих случаях предприятиям приходится вместо рыночного изменения цен прибегать к регулированию системы расчета себестоимости через перераспределение затрат с одних видов продукции на другие, чтобы иметь законную возможность повышать/понижать цену.

После выяснения величины издержек и их распределения по расходным статьям наступает очередь расчета их конкретной величины. Формулы расчета себестоимости применяются именно для этого.

Калькуляция себестоимости - это универсальная процедура для любого экономического процесса. Наибольшую сложность такие вычисления имеют при анализе промышленного производства. Здесь же применяется наибольшее количество разного вида формул расчета себестоимости. Эти формулы могут быть адаптированы и для других экономических процессов.

Формула полной себестоимости

Для общей оценки экономической эффективности предприятия часто применяется формула полной себестоимости. В самом простом варианте она выглядит так:

Полная себестоимость = сумма затрат на производство + расходы на реализацию.

Полная себестоимость показывает наибольшую величину планируемых или фактических расходов. Результаты всех остальных формул себестоимости представляют собой части этой общей величины.

Для рыночной экономики большую важность имеет не просто произведенная, а реализуемая продукция. Потому формула себестоимости приобретает следующий вид:

Себестоимость реализованной продукции = полная себестоимость – себестоимость не реализованной продукции.

Пример расчета полной себестоимости в развернутом виде, т.е. с выделением отдельных элементов, будет выглядеть примерно так:

Таблица 1. Затраты на сырье и материалы

Материал	Цена
Пропилен с антибактериальным слоем TECAPRO SAN.	736 тг за кг.
Игла	5500 тг за коробку (100 шт.).
3 Ампулы	90 тг
Шток и поршни	477 тг за кг.
Мембрана для ампул	3987тг /кг.

Полная себестоимость = Затраты на сырье и материалы + Затраты на энергоносители + Амортизационные отчисления + Заработная плата основного персонала + Заработная плата управленческого и вспомогательного персонала + Отчисления от заработной платы + Расходы на

сбыт и продажное обслуживание + Транспортные расходы + Прочие затраты.

Во в данном случае определить себестоимость проекта целесообразнее по упрощенной формуле:

Полная себестоимость = Затраты на сырье и материалы + логистические расходы + расходы на производство.

1. Стоимость пластика для корпуса (завод пластмассы в России):

Продукция	Данные	Стоимость, руб/кг
Ensinger TECAPRO™ SAN Polypropylene (PP)	<ul style="list-style-type: none"> Плотность: 0.919 g/cc Поглощение влаги при равновесии: 0.050 % @Temperature 22.8 °C 	139

Рисунок 22. Стоимость пластика

2. Стоимость иглы (Казахстанская компания Umamed):



Рисунок 23. Стоимость иглы

3. Стоимость ампулы (китайский производитель «Jinan Honhai Glass Co.Ltd») составляет 30 тг за ампулу.

4. Стоимость материалов для штока и поршней (компания Kazmetallstal):

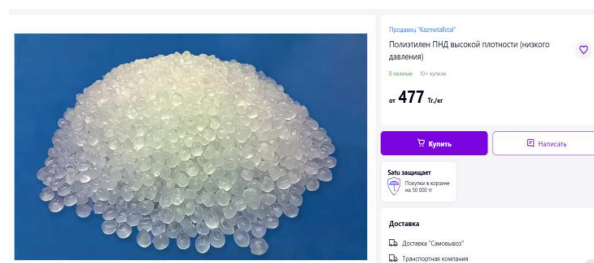


Рисунок 24. Стоимость ПНД

5. Стоимость каучука:

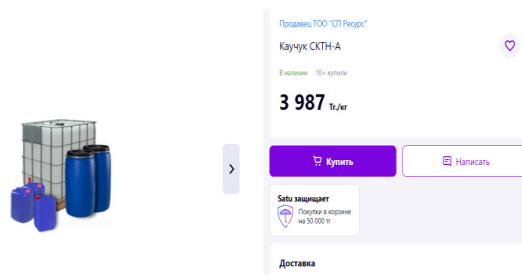


Рисунок 25. Стоимость каучука

Стоимость Материалов: 12500 тг на 20 устройств.

Логистика

По примерным расчетам одна упаковка инъектора будет весить -150 г.

В одном цеху/коробке будет 20 упаковок.

Объем 1 цеха – 1м3

Вес коробки - 3кг

Учитывая всё перечисленное, используя логистический калькулятор компании «Jetlogistic» и выведена цена за перевозку одного ящика с товаром.

Варианты перевозки между: Алматы - Караганды

Заберем	Перевезем	Доставим	Цена, тг
○	Алматы Караганды		7148
○	Алматы Караганды	Караганды	9982
○	Алматы	Алматы Караганды	7149
○	Алматы	Алматы Караганды	9983

Итого: 7 148.00 тг

Максимальный срок перевозки груза 4 дни**

Рисунок 26. Тариф грузоперевозок

Расходы на производство

Для производства инжектора малой серией целесообразнее использовать 3D принтер для печати деталей корпуса и вручную собирать устройство.

Расчет:

Для выпуска инжектора необходимы:

- Печать корпуса на 3D принтере за единицу – 15000 тг.
- Сборка одного устройства 1500 тг за единицу.

- Цена за фасовку и упаковку – 60 тг за шт.

Для выпуска 20 шт. необходимо: $(15000 \cdot 20) + (1500 \cdot 20) + (60 \cdot 20) = 331200$ тг.

Для массового производства инжектора компания «Пластмастер» (фабрика по производству пластмассовых изделий) предлагает такую формулу расчета:

СТОИМОСТЬ = $(X \cdot g \cdot 1000 \text{ шт.} \cdot 1\% + X) + (Y \cdot g \cdot 1000 \text{ шт.} \cdot 1\% + Y) + Z + 97,5$ тг.

СТОИМОСТЬ – стоимость 1000 шт. изделий «Изделие», без НДС;

? г – вес одного изделия «Изделие»;

1% – процент ввода красителя;

X – цена за кг сырья, без НДС;

Y – цена за кг сырья (краситель), без НДС;

1% – технологические потери;

Z – Переработка (1000 шт.) – в зависимости от длины цикла устанавливается Подрядчиком в размере 5620 тг.

97,5 тг. – упаковка 1000 шт. изделий «Изделие».

То есть: $((80 \text{ г} \cdot 1000 \text{ шт.} \cdot 1\%) \cdot 695 + 1\%) + ((80 \text{ г} \cdot 1000 \text{ шт.} \cdot 1\%) \cdot 175 + 1\%) + 5610 + 97,5$ тг. = 55 601 124 тг.

Цена за 1 ящик (20 упаковок) продукции

Для тестового малого тиража при распечатывании на 3D принтере расходы составляют:

- Материалы – 12500 тг
- Логистика – 7148 тг
- Производство и сборка – 331200 тг

ИТОГО: 350848 тг

Результаты

1. Проведен литературный обзор действия фосфорорганических соединений и анализ имеющихся концептов инжектора.

2. Для решения поставленной задачи положительно зарекомендовала себя компьютерная программа 3Ds MAX.

3. Разработана компьютерная модель и механизм работы автоматизированного инжектора доставки лекарственных препаратов при интоксикации фосфорорганическими соединениями.

4. Проведенные экономические расчеты стоимости изготовления разработанного инжектора показали дешевизну используемых материалов.

Заключение: Разработанная модель автоматизированного простого в эксплуатации и транспортировке инжектора может заменить шприц-тюбик в современных АИ, что позволит медицинским работникам своевременно вводить инъекции препарата, избегая развития патологических процессов у пациентов.

Выводы: создание действующей модели автоматизированного инжектора на основе разработанной компьютерной модели предполагает необходимость поиска источника его финансирования.

Конфликт интересов не заявляется.

ЛИТЕРАТУРА

1 Иглы инъекционные многократного применения. Технические условия: ГОСТ 25377-82.

2 Инженерныепластики_Руководство_Полимерные_заготовки [Электронный ресурс] <https://www.academia.edu/42828084/>

3 Каучук [Электронный ресурс] <https://www2.habasit.com/ru/siliconovij-kauchuk/>

4 КотляровС.Н. История создания шприца / КотляровС.Н., АлександроваЛ.Н. // Рязань: журнал «Наука молодых — Eruditio juvenium», Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова. — 2016. — №2. ISSN 2311-3820.

5 Куценко С.А. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита / С.А. Куценко, Н.В. Бутомо, А.Н. Гребенюк и др. // Учебник для слушателей и курсантов военно-медицинских вузов/ СПб: Фолиант - 2004 г. — 526 с.: ил. Архивная копия от 18 октября 2017 на Wayback Machine — ISBN 5-93929-082-5.

6 Медицинское_стекло [Электронный ресурс] <https://www.wikipedia.org/wiki/>

7 Михайлович В.А. Руководство для врачей скорой помощи / В.А. Михайлович— Л.: Медицина, 1990. — С. 114—116. — 544 с. — 120000 экз. — ISBN 5-225-01503-4 (2-е изд., перераб. и доп.).

8 Петренко Э.П. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: учебное пособие/ Э.П. Петренко, А. Фукс // Саратов - 2007 г. — 365 с.

9 Шавази Н. М. Основные принципы диагностики и лечения острых отравлений у детей / Н. М. Шавази, М. Р. Рустамов, Ш. У Данияров Нурали., В. И. Лим, М. В. Лим // Вопросы науки и образования, Научно-теоретический журнал – 2020. - № 29 (113). - С. 20-24.

10 Шприц // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. - 3-е изд.- М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.

REFERENCES

- 1 Igly inekcionnye mnogokratnogo primeneniya. Tehnicheskie uslovija: GOST 25377-82.
- 2 Inzhenernye plastiki_Rukovodstvo_Polimernye_zagotovki [Jelektronnyj resurs] <https://www.academia.edu/42828084/>
- 3 Kauchuk [Jelektronnyj resurs]
- 4 <https://www.2.habasit.com/ru/siliconovij-kauchuk/>
- 5 Kotljarov S. N. Istorija sozdaniya shprica / Kotljarov S. N., Aleksandrova L. N. // Rjazan': zhurnal «Nauka molodyh — Eruditio juvenium», Rjazanskij gosudarstvennyj medicinskij universitet im. akad. I. P. Pavlova. — 2016. — № 2. ISSN 2311-3820.
- 6 Kucenko S.A. Voennaja toksikologija, radio-biologija i medicinskaja zashhita / S.A. Kucenko, N.V. Butomo, A.N. Grebenjuk i dr. // Uchebnik dlja slushatelej i kursantov voenno-medicinskih vuzov/ SPb: Foliant - 2004 g. — 526 s.: il. Arhivnaja kopija

ot 18 oktjabrja 2017 na Wayback Machine — ISBN 5-93929-082-5.

- 7 Medicinskoe_steklo [Jelektronnyj resurs]
- 8 <https://www.wikipedia.org/wiki/>
- 9 Mihajlovich V.A. Rukovodstvo dlja vrachej skoroj pomoshhi / V.A. Mihajlovich— L.: Medicina, 1990. — S. 114—116. — 544 s. — 120 000 jekz. — ISBN 5-225-01503-4 (2-e izd., pererab. i dop.).
- 10 Petrenko Je.P. Voennaja toksikologija, radio-biologija i medicinskaja zashhita: uchebnoe posobie/ Je.P. Petrenko, A. Fuks // Saratov - 2007 g. - 365s.
- 11 Shavazi N.M. Osnovnye principy diagnostiki i lechenija ostryh otravlenij u detej / N.M. Shavazi, M.R. Rustamov, Sh.U Danijarov Nurali., V.I. Lim, M.V. Lim // Voprosy nauki i obrazovanija, Nauchno-teoreticheskij zhurnal – 2020. - № 29 (113). - S. 20-24.
- 12 Shpric // Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija : [v 30 t.] / gl. red. A.M. Prohorov. - 3-e izd.- M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1969-1978.

Поступила 08.12.2021

Г. К. Мамбетерзина¹, Д. Д. Омаргалы¹

ОРГАНОФОСФОРЛЫ ҚОСЫЛЫСТАРЫМЕН ИНТОКСИКАЦИЯ КЕЗІНДЕ ДӘРІ-ДӘРМЕКТЕРДІ ЖЕТКІЗУДІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ИНЪЕКТОРЫН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ ТҮЙІНДЕМЕ

¹Фармация мектебі, «Қарағанды медициналық университеті» ҚМУ, (Қарағанды қаласы, Қазақстан Республикасы)

Жұмыс мақсаты: органофосфор қосылыстарымен интоксикация болған кезде дәрі-дәрмектерді жеткізудің автоматтандырылған инъекторының компьютерлік моделін жасау.

Зерттеу әдістері:

1. Органофосфор қосылыстарының адам ағзасына әсері туралы әдеби дереккөздерді талдау.
2. Инъектор моделін жасауға арналған компьютерлік бағдарламаларды салыстыру.
3. Дәрілік препараттарды жеткізетін инъекторды және оның әсер ету механизмін модельдеу.
4. Әзірленген инъектордың құнын болжау.

Нәтижелері:

1. Органофосфор қосылыстарының әрекетіне әдеби шолу және инъектордың қолданыстағы тұжырымдамаларына талдау жасалды.
2. Мәселені шешу үшін 3DS MAX компьютерлік бағдарламасы өзін оң дәлелдеді.
3. Органофосфор қосылыстарымен интоксикация кезінде дәрі-дәрмектерді жеткізудің автоматтандырылған инъекторы үшін компьютерлік модель және жұмыс механизмі жасалды.
4. Әзірленген инъекторды дайындау құнының экономикалық есептеулері жүргізілді.

Қорытынды: автоматтандырылған инъектордың әзірленген моделі медицина қызметкерлеріне пациенттің патологиялық жағдайының одан әрі дамуын болдырмау үшін дәрілерді дер кезінде енгізуге мүмкіндік береді.

Нәтижелер: әзірленген компьютерлік модель негізінде автоматтандырылған инъектордың жұмыс моделін құру оны қаржыландыру көзін табу қажеттілігін білдіреді.

Кілт сөздер: Инъектор, рендер, улы заттар, органофосфор қосылыстары, шприц.

Г. К. Mambetertzina¹, D. D. Omargaly¹

COMPUTER MODELING OF AN AUTOMATED INJECTOR FOR DRUG DELIVERY DURING INTOXICATION WITH ORGANOPHOSPHORUS COMPOUNDS

¹School of Pharmacy, KMU "Medical University of Karaganda" (Karaganda city, Republic of Kazakhstan)

The purpose of the thesis: To develop a computer model of an automated drug delivery injector for intoxication with organophosphorus compounds.

Research methods:

1. Analysis of literature sources on the effect of organophosphorus compounds on the human body.
2. Comparison of computer programs for the development of an injector model.
3. Computer simulation of the drug delivery injector and its mechanism of action.
4. Forecasting the cost of the developed injector.

Results:

1. A literary review of the action of organophosphorus compounds and an analysis of the available concepts of the injector are carried out.
2. To solve the task, the 3Ds MAX computer program has proven itself positively.
3. A computer model and mechanism of operation of an automated drug delivery injector for intoxication with organophosphorus compounds have been developed.
4. Economic calculations of the cost of manufacturing the developed injector have been carried out.

Conclusion: the developed model of an automated injector will allow medical workers to administer drugs in a timely manner to prevent further development of the patient's pathological condition.

Findings: the creation of an operating model of an automated injector based on the developed computer model implies the need to find a source of its financing.

Key words: Injector, render, toxic agents, organophosphorus compounds, syringe.