

Разработка эффективной системы вторичного использования отработанного или непригодного для кулинарии масла

Бартошевич Роман Юзефович
ГУО «Гимназия №6 им. Ф.Э.Дзержинского
г. Гродно

Актуальность

В современном мире как никогда актуален вопрос утилизации промышленных и бытовых отходов с целью обеспечения экологической безопасности населения. Поэтому большое внимание уделяется созданию технологий, позволяющих вторично перерабатывать различные виды материалов.

При этом сбор и переработка отходов не только содействуют защите окружающей среды, но и позволяют создать новые рабочие места. На предприятиях пищевой промышленности и общественного питания ежедневно образуются большие объемы отработанного или непригодного для кулинарии растительного масла, которое может являться сырьем для производства биодизельного топлива и глицерина.

Объект исследования: отработанные или непригодные для кулинарии масла.

Предмет исследования: методы эффективного вторичного использования отработанного пищевого масла.

Цель работы: разработка экологически безопасной и экономически эффективной системы переработки отработанных или непригодных для кулинарии масел в ценные продукты.

Задачи:

1. Рассмотреть виды отработанных масел.
2. Изучить методы переработки и продукты которые можно получить из отработанных пищевых масел.
2. Обосновать выбор объекта исследования.
3. Описать процесс переработки отработанного или непригодных для кулинарии масла в биодизель и глицерин.
4. Рассчитать рентабельность продукции и проекта.
5. Рассчитать экономический эффект от использования способа снижения вредного воздействия на окружающую среду вторичной переработки отработанного масла.

Виды отработанных масел

Косметические
(кокосовое,
персиковое,
виноградное, авокадо
и д.р.)


Растительные
пищевые
(подсолнечное,
оливковое, соевое,
пальмовое и д.р.)

Виды
отработанных
масел


Промышленные
(моторные,
индустриальные,
гидравлические,
трансмиссивные и д.р.)

Автомобильные
(моторные,
синтетические,
минеральные,
дизельные и д.р.)


Что можно получить из отработанных пищевых жиров?



Биодизельное топливо и глицерин как побочный продукт



Корма для животных




Сырьё для производства: хозяйственного мыла, красок, промышленных лаков или олифы.



Смазки




Пластик

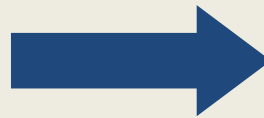


Субстрат для биотехнологической промышленности


Из глицерина производят



Производственно очищенный глицерин используют для производства технических моющих средств.




После глубокой очистки получают фармакопейный глицерин.




Добавляя фосфорную кислоту к техническому глицерину, можно получить фосфорные удобрения, которые используют для нужд сельского хозяйства.



Так же при смешении глицерола с мазутом в пропорции 50% / 50 %, его можно сжигать в топках котлов.



Глицерином обрабатывают семена растений с целью защиты от грибковых заболеваний и скорейшего прорастания.



Глицерином обрабатываются деревья, что защищает их кору от непогоды и вредного воздействия насекомых.

**Почему объектом
исследования мы выбрали
отработанные или
непригодные для кулинарии
масла ?**

1.

Потому что! С 2015 года в Беларуси работает крупнейший завод по переработке отработанного масла Иностранное общество с ограниченной ответственностью "ДВЧ-МЕНЕДЖМЕНТ".

Предприятие принимают отработанные масла:

- синтетические моторные масла, гидравлические, турбинные, компрессионные,
- минеральные моторные масла,
- трансмиссионные, индустриальные,
- авиационные, дизельные, трансформаторные.

Производит более 30 видов продукции:

- ускорители вулканизации каучуков готовые,
- топливо нефтяное (мазут),
- обеспыливатели,
- антислеживатели,
- моторные масла и др.

Потому что! По данным Главного статистического управления Гродненской области в городе Гродно более 400 объектов общественного питания, в целом по Гродненской области более 1200 (количество отходов растительных и животных жиров образующихся на этих объектах никто не считал).

В среднем в кафе и ресторане образуется более 10 литров масла за неделю



Более 40 литров масла в месяц



Около 500 л в год



200 тонн отходов
растительных масел в
Гродно (в год)



600 тонн отходов
растительных масел в
Гродненской области
(в год)

2.

3.

Растительные масла нельзя использовать для жарки многократно. В процессе термической обработки в растительных маслах могут образоваться вредные соединения. Специалисты Европейского агентства по безопасности продуктов питания и Объединенного экспертного комитета по пищевым добавкам (JECFA) определили, что при высоких температурах (выше 200°C) при рафинировании и жарке растительных масел и жиров образуются вредные вещества – глицидиловые эфиры и токсичные вещества 2-МСПД и 3-МСПД. Глицидиловые эфиры могут являться канцерогенными факторами.

4.

Потому что! Отработанное пищевое масло практически не растворяется в воде, поэтому, оседая на поверхностях труб, оно приводит к быстрой поломке сливных систем и ухудшению их проходимости. В канализационной системе к налипшему на стенки труб маслу начнут притягиваться частички пищи, которые станут едой для микроорганизмов. Размножение бактерий и гниение органических остатков приведет к постоянному зловонию из сливного отверстия. При попадании тягучих жировых отходов в окружающую среду ей наносится непоправимый вред: погибает рыба в водоемах, ухудшается качество питьевой воды, почва теряет плодородность.

5.

Потому что! Предприятие общественного питания, как производитель отходов, выполняет ряд обязанностей, связанных с обращением с ними, которые прописаны в ст. 17 Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами». Предприятия общественного питания должны обеспечить сбор отходов и их разделение по видам и передачу на переработку вторичных материальных ресурсов специальным организациям. Отработанные растительные масла являются вторичным материальным ресурсом, который предприятия общественного питания должны сдавать на переработку.

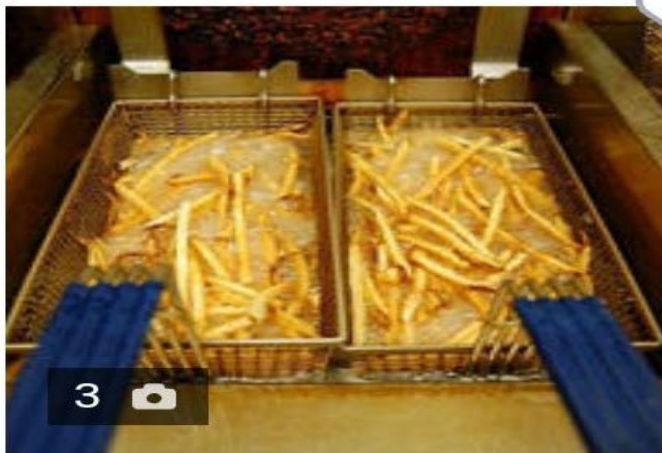
6.



МИНИСТЕРСТВО
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ
Республики Беларусь

В Республике Беларусь действует постановление Минприроды №30 "О внесении изменений в постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 22 октября 2010 года № 44". Этим документом ужесточили требования к регистрации топливосжигающих установок, которые используют смесевые виды топлива или отходы отработанных масел. Поэту растительные масла нельзя сжигать.

7.



куплю **Куплю**
отработанное

0.90 руб/кг

ОПТОВАЯ ЦЕНА

1 - 1.20 руб/кг

Марикап, ООО, Минск

Куплю отработанное
растительное масло после...

В Республике Беларусь есть фирмы закупающие отработанные фритюрные масла (ООО «Марикап», ООО «БЛгрупп плюс», ООО «РАСА ВЛАД» и др.). И только фирма ООО «БЛгрупп плюс» позиционирует себя как переработчик. Но она не принимает животные жиры и эмульсии жиров.

Каков вывод?



**Отработанные пищевые масла
являются отходами 4 класса
опасности. Их необходимо
перерабатывать!**

Способы использования отработанных пищевых масел

Очищение

- Проводят в цеху, изготавливающем продукты во фритюре. Жир очищают от вредных компонентов, после чего используют повторно.

Переработка

- Жиры очищают на предприятиях и используют как сырьё для производства бензина. Сеть ресторанов Макдональдс отдаёт более 80% отработанного фритюра для получения биодизельного топлива.

Регенерация

- Процесс, направленный на восстановление первоначальных свойств. Проводится комплексными химико-физическими методами: фильтрацией, гидроочисткой, очисткой минеральными кислотами. В результате из масла удаляются примеси.

Обезвоживание

- Проходит в 3 этапа. Нагрев жира до 80°C и отстаивание при этой температуре. Затем адсорбция и перегонка в центрифуге. Такое масло обычно используют в качестве сырья для энергоносителей.

Крекинг

- Это процесс очистки в специализированных печах при высокой температуре и заданном давлении. Метод используется для получения чистого топлива (дизеля, мазута, бензина) и сырья для химической промышленности.

Предлагаем проект: из отработанного или непригодного для кулинарии масла производить биодизельное топливо и антисептическое средство.

Почему?



Биодизель — экологичное топливо для транспорта: в сравнении с обычным дизельным топливом он почти не содержит серы и при этом подвергается практически полному биологическому распаду.

В связи с простудными заболеваниями необходимо большое количество антисептических средств.

Сбор отработанных масел от предприятий общественного питания в специальные пластиковые емкости

Производство биодизеля и глицерина

Очистка биодизеля и глицерина

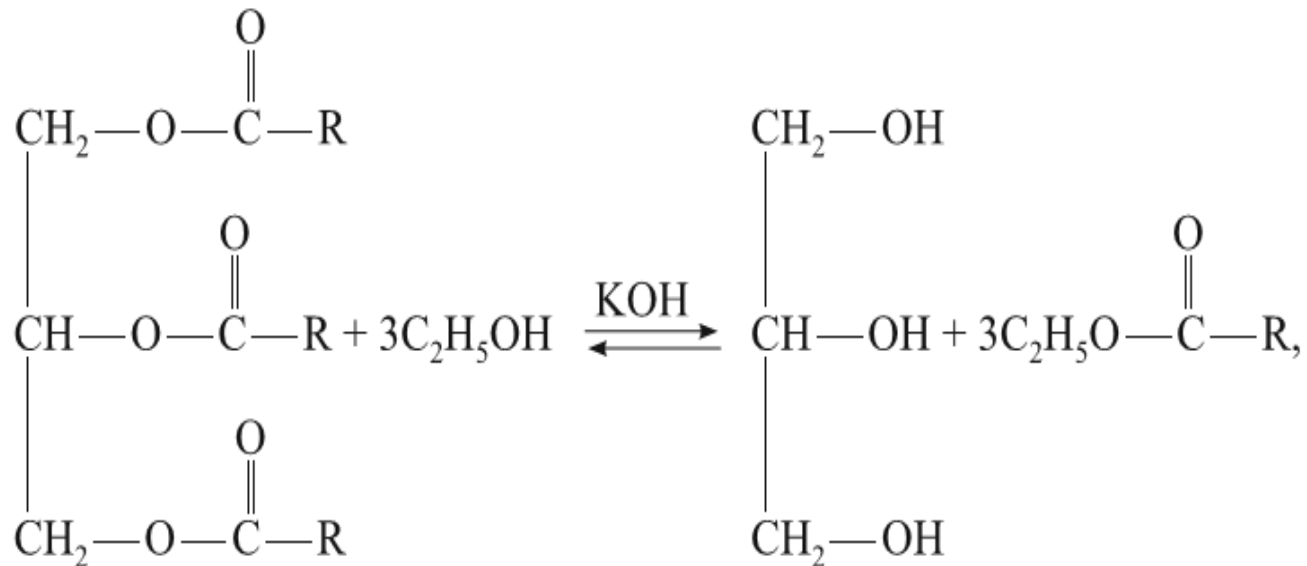
Продажа биодизеля сельскохозяйственным организациям

Производство антисептика

60 % этилового спирта
+ 40 % глицерина

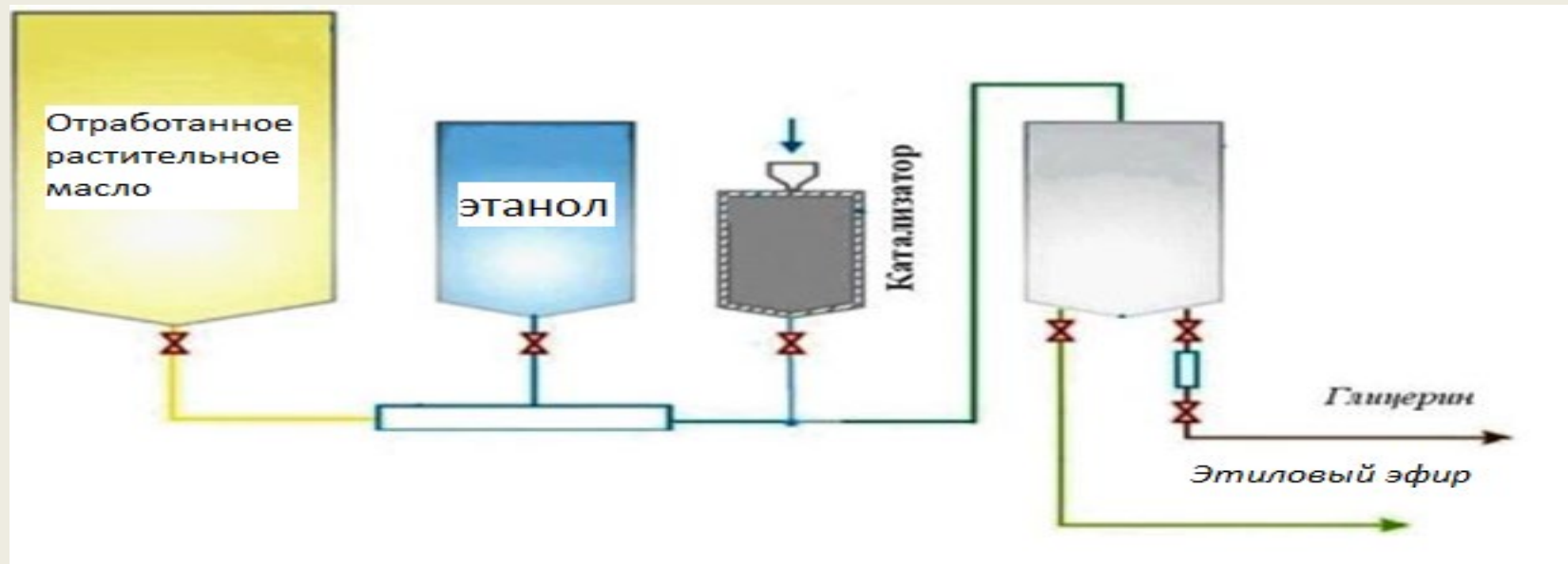
Продажа антисептика в розничной торговле





где R – углеводородные радикалы $\text{C}_{14} - \text{C}_{24}$.

Процесс получения дизельного биотоплива и глицерина из отработанного растительного масла заключается в проведении реакции переэтерификации сложных триглицериновых эфиров, содержащихся в растительном масле, действием стехиометрического количества низших спиртов в присутствии катализатора (например KOH).



Из 1000 л растительного масла и 170 л спирта (в присутствии 10 кг катализатора) получается приблизительно 1100 л биодизеля и 153 кг первичного глицерина (Василов, Р. Г. Перспективы развития производства биотоплива в России) [1].



Мини-установка по производству биодизеля и глицерина Модель PROFI (производство Сербия)



Высота, мм	1850
Ширина, мм	480
Длина, мм	860
Вес, кг.	90
Производительность по сырью, закладываемой порции масла или животных жиров	160 л. в одной порции
Производительность по сырью. Установка может работать поциклово, без перерывов.	Цикл длится 4 часа 4 ч. - 160 л.
Потребляемая электроэнергия за один цикл	4,55 кВт.
Добавление катализаторов	Автоматически
Цена	20 000\$

Механический
фильтр

Фильтр для очистки биодизеля и
глицерина



Химический фильтр



Eco₂Pure Media



15 kg Sack

5 кг химического фильтра входит в цену установки

Экономическая эффективность переработки отработанного растительного масла в биодизель и дезинфицирующее средство

10 тонн масла.

Объем масла: $V=m/\rho$

где m – масса масла, ρ – плотность масла

$V= 10000 \text{ (кг)}/0,925 \text{ (кг/л)} = \mathbf{10811 \text{ л}}$

Для производства нужно: спирта – 1838 л, катализатора (КОН) – 108 кг, отработанного растительного масла – 10811 л.

Производим антисептик: бутылочка 100 мл (по рекомендации Минздрава 60 % этилового спирта, остальное предлагаем глицерин для устранения сухости). Значит на 100 мл: 60 мл этилового спирта, 40 мл глицерина.

Из 10811 л масла – 1313 л глицерина. В одну бутылочку 0,04 литра глицерина => из переработанного масла получится 32825 бутылочек антисептика. Спирта на одну бутылочку – 0,06 литра, для всех бутылок – 1070 литров.

Расчёт выхода биодизеля и глицерина: 1000 л масла + 170 мл спирта + 10 кг катализатора (KOH)

1100 л биодизеля

153 кг глицерина

Из 10811 л масла получаем:

биодизеля – 11892 л

глицерина – 1654 кг (с учетом плотности 1313 литров)

Цена

Цена продажи биодизеля в РБ – 1,81 бел.руб за 1 литр

10 литров спирта – 17,29 бел. руб, цена спирта для производства антисептика – 3406 бел. руб.

Доход от продажи

Продав 11892 литра биодизеля, получим **21525 бел. руб.**

Продаем 1 бутылку антисептика за 1,5 бел. руб., доход от продажи 32825 бутылочек – **49237,5 бел. руб.**

Расходы на производство

Материальные затраты

а) закупка отработанного растительного масла у предприятий общественного питания:

0,25 бел. руб. за 1 литр; 10811 л масла – **2702,75 бел. руб.** Доставку масла осуществляют предприятия общ. питания.

Суммарно производим 1313 л (глицерина) + 11892 л (биодизеля) = 13205 л

Затраты на производство в процентном отношении: глицерина – 9,94 % + биодизеля – 90,06%;

б) спирт этиловый для производства биодизеля и глицерина – 1837 литров:

10 литров – 17,29 бел. руб. => на покупку потратится **3176 бел. руб.**

Из них на производство глицерина – 315,69 бел. руб., биодизеля – 2860,31 бел. руб.;

в) катализатор для производства – 108 кг, цена за 1 кг в РБ 3 бел. руб. => потратится **324 бел. руб.;**

Из них на производство глицерина – 32,21 бел. руб., биодизеля – 291,79 бел. руб.;

г) цена за мини-установку по производству биодизеля и глицерина производства Сербии 20 000 \$ (**52 000 бел. руб.**);

Из них на производство глицерина – 5168,8 бел. руб., биодизеля – 46831,2 бел. руб.;

Расходы на производство

Материальные затраты

д) расходы на электроэнергию: установка перерабатывает 160 л масла за 4 часа и тратит на это 4,55 кВт энергии, 10811 литров масла переработаем за 270 часов и потратим 307 кВт энергии, для инд. предпринимателей цена 0,19 бел. руб. за час, для работы установки мы потратим **58 бел. руб.**;

Из них на производство глицерина – 5,76 бел. руб., биодизеля – 52,24 бел. руб.;

е) емкости для хранения масла 11 штук по 1000 л (цена за 1 шт. – 170 бел. руб.) – 1870 бел. руб., емкости для хранения глицерина 3 шт. по 500 л (цена за 1 штуку – 267 бел. руб.) – 801 бел. руб., емкости для хранения биодизеля 12 штук (цена за 1 шт. – 170 бел. руб.) – 2040 бел. руб., емкости для разлива антисептика 0,20 бел. руб. за 1 штуку (ИЗ ВТОРИЧНО ПЕРЕРАБОТАННОГО ПЛАСТИКА), за 32825 штук – 6585 бел. руб., этикетки 0,25 бел. руб. за 1 штуку – за все 8206,25 бел. руб.

На все емкости и этикетки необходимо затратить **14791,25 бел. руб.**

Из них на производство глицерина - 1470,25 руб., биодизеля – 13321,25 бел. руб.;

ж) аренда помещения не требуется (предполагаем что имеется собственное помещение).

Расходы на производство

Затраты на оплату труда

Заработная плата 2 работникам – **4737 бел. руб.** (исходя из времени работы 297 часов и средней заработной платы по стране 1276, 4 бел. руб.);
Из них на производство глицерина – 126,87 бел. руб., биодизеля – 1149,53 бел. руб.

Отчисления от з/п на социальные нужды

а) фонд социальной защиты населения (ФСЗН) 34 % - 433,98 бел. руб.
Из них на производство глицерина – 43,14 бел. руб., биодизеля – 390,84 бел. руб.;
б) фонд социального страхования 0,6% - 7,66 бел. руб.
Из них на производство глицерина – 0,76 бел. руб.; биодизеля – 6,9 бел. руб.

Амортизационные отчисления на технологическое оборудование

Срок эксплуатации 20 лет (175200 часов);
Время работы оборудования – 270 часов;
 $270/175200 * 100\% = 0,15\%$
52000 бел. руб. – 100%
X бел. руб. – 0,15 %
Амортизационные отчисления на технологическое оборудование – **78 бел. руб.**
Из них на производство глицерина – 7,75 бел. руб., биодизеля – 70,25 бел. руб.

Итого производственные затраты:
26550,71 бел. руб.

В том числе:

На антисептик – **5463,62 бел. руб.**

На биодизель – **21142,68 бел. руб.**

Доход:

за биодизель – **21525 бел. руб.**

за антисептик – **49237,5 бел. руб.**

всего 70762,5 бел. руб.

Прибыль при производстве =
Доход – расход

На антисептик – 49237,5 бел. руб. -
5463,62 бел. руб. = **43773,88 бел. руб.**

На биодизель – 21525 бел. руб. -
21142,68 бел. руб. = **382,32 бел. руб.**

Рентабельность продукции =
Прибыль / затраты * 100%

На антисептик – 43773,88 бел. руб. /
5463,62 бел. руб. * 100% = **801 %**

На биодизель – 382,32 бел. руб. /
21142,68 бел. руб. * 100% = **1,81%**

Рентабельность проекта: прибыль
общая / общие затраты по двум опциям
* 100%

70762,5 бел. руб. / 26550,71 бел. руб. *
100% = **266,5%**

Экономическая эффективность производства биодизельного топлива и антисептического средства

Оценивали экономический эффект от использования производства биодизеля и антисептика из отработанных пищевых масел как способа снижения вредного воздействия на окружающую среду. Он складывается из предотвращенного ущерба и стоимости возвращенного в оборот масла за вычетом затрат на осуществление переработки [2].

Рассчитали величину предотвращённого экологического ущерба окружающей природной среде в результате недопущения к размещению 1 тонны либо ликвидации размещённых ранее отходов i -го класса опасности в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности [3].

$$y_{\text{пр1}}^{\text{отх}} = y_{\text{удр}}^{\text{отх}} \cdot M_{ik}^{\text{отх}} \cdot K_o$$

 $y_{\text{пр1}}^{\text{отх}}$

предотвращённый экологический ущерб в результате недопущения к размещению 1 тонны отходов i -го класса опасности от k -го объекта за счёт их использования, обезвреживания либо передачи другим предприятиям для последующего использования, обезвреживания, блр. руб;

 $y_{\text{удр}}^{\text{отх}}$

=57 – показатель удельного ущерба окружающей природной среде r -го региона в результате размещения 1 тонны отходов i -го класса опасности, блр. руб./тонну [4];

 $M_{ik}^{\text{отх}}$

объём отходов i -го класса опасности от k -го объекта (предприятия, производства), не допущенных к размещению (использованных, обезвреженных либо переданных другим предприятиям), тонн;

 K_o

коэффициент, учитывающий класс опасности химического вещества, не допущенного (предотвращённого) к попаданию на почву, либо ликвидированного имеющегося загрязнения в результате осуществления соответствующего направления природоохранной деятельности, для отработанных растительных масел равен 1 (т.к. они 4 класса опасности).

$$\mathcal{E} = Y_{\text{пр}} + D_{\text{доп}} - Z_{\text{тех}}$$

где

\mathcal{E} – экономический эффект;

$Y_{\text{пр}}$ – предотвращенный ущерб от какого-либо вредного воздействия;

$D_{\text{доп}}$ – дополнительный доход от возвращенного в оборот масла;

$Z_{\text{тех}}$ – затраты на осуществление рекомендуемых технологий

$$U_{\text{пр1}}^{\text{отх}} = 57 \text{ блр. руб./тонну} * 10 \text{ тон} * 1 = 570 \text{ блр. руб.}$$

$$\mathcal{E} = (570 \text{ блр. руб} + 120002 \text{ блр. руб}) - 99227,75 \text{ блр. руб} = \mathbf{21344,25 \text{ блр. Руб}}$$

Выводы:

1. Отработанные масла могут быть растительные пищевые, косметические, автомобильные и промышленные.
2. Отработанные пищевые жиры могут очищаться, перерабатываться, обезвоживаться, подвергаться регенерации и крекингу. Из отработанных пищевых масел могут получать большой спектр продукции: пластмассы, биодизель и глицерин, корма для животных и др.
3. Отработанные пищевые масла образуются на предприятиях общественного питания в больших количествах, наносят вред коммунальному хозяйству, здоровью человека и окружающей среде, их нельзя сжигать и в Республике Беларусь практически не перерабатываются.
4. Процесс переработки отработанного или непригодных для кулинарии масла в биодизель и глицерин основан на реакции переэтерификации в присутствии катализатора КОН. Для переработки используется мини-установка по производству биодизеля и глицерина **Модель PROFI (производство Сербия)**.
5. Рентабельность продукции: для антисептика – 801 %, для биодизеля – 1,81%, для проекта в целом рентабельность составляет 266,5%.
6. Экономический эффект от использования способа снижения вредного воздействия на окружающую среду вторичной переработки отработанного масла составил 21 344, 25 бел. руб.

Заключение

От переработки отработанных пищевых масел в биодизель и антисептическое средство будет значительный социально-экономический эффект.

Утилизация
отработанного масла и
недопущение
загрязнения
окружающей среды

Создание рабочих мест

Социально-
экономический
эффект

Производство
востребованной
конкурентоспособной
по цене продукции

Минимизация затрат и
использование в
производстве
вторичного сырья

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Р. Г. Василев ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА В РОССИИ / Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю. А. Овчинникова.
2. О.А. Кириллов, А.Н. Кабанов, С.В. Савинков ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ / Успехи в химии и химической технологии
3. А.В. Маркелов БАРОМЕМБРАННЫЙ ПРОЦЕСС РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук
4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА ЭкоНиП 17.01.06-002-2019 «Охрана окружающей среды и природопользование. Экономическая оценка внедрения природоохранных мероприятий
5. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, В.Д. Прохоренков, И.М. Курочкин, А.О. Хренников, Д.В. Доровских. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0741-4.
6. Электронный ресурс: <https://cleanbin.ru/utilization/organic-and-animal-waste/deep-frying-oil>
7. Электронный ресурс: <https://sbormasel.by/services/>