3. экономическая эффективность конструкторской разработки

3.1. Затраты на изготовление (модернизацию) конструкции

Конструкторская разработка направлена на совершенствование машин, узлов, агрегатов, изготовление стендов и приспособлений с целью увеличения производительности, надежности и долговечности, снижения трудоемкости и расхода материальных ресурсов, в том числе энергоносителей, сокращения потерь продукции, повышения ее качества и др.

Экономическая оценка заключается в определении издержек на модернизацию или изготовление конструкции, в расчете затрат на её эксплуатацию, сравнении технико-экономических показателей с базовым вариантом, определении срока окупаемости.

Экономические расчеты начинаются с определения затрат на изготовление (или модернизацию) разработанного приспособления *Зи*, руб.:

*,*

|  |  |
| --- | --- |
| где *Ссд* | — стоимость стандартных приобретаемых деталей, руб.; |
| *Сид* | — стоимость изготавливаемых нестандартных деталей, руб.; |
| *Срм* | — стоимость работ по монтажу, демонтажу узлов, агрегатов, руб. |

Расчет стоимости приобретаемых стандартных деталей можно показать в виде таблицы (табл. 3.1).

*Таблица 3.1 ‑ Стоимость стандартных деталей, узлов, агрегатов*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Количество, шт. | Цена, руб./ед | Общая стоимость, руб. |
| Топливный насос  высокого давления |  |  |  |
| Втулка ГОСТ 1978—81  А 30/38×20 |  |  |  |
| Болт М8 |  |  |  |
| … |  |  |  |
| Всего | – | – | … |

Данные о количестве необходимых стандартных деталей по видам следуют из конструкторской части. Цены на узлы, детали, заготовки и материалы принимаются на момент выполнения работы из прайс-листов торговых и обслуживающих организаций, Интернета и других источников.

Стоимость изготавливаемых деталей *Сид* определяется по формуле

,

|  |  |
| --- | --- |
| где *Смат* | — стоимость заготовки и материалов, руб.; |
| *Сри* | — стоимость работ по изготовлению, руб. |

Стоимость заготовок и материалов определим по формуле

,

|  |  |
| --- | --- |
| где *n* | — количество видов заготовок, материала; |
| *i* | — вид заготовки, материала; |
| *Q* | — масса заготовки, материала, кг; |
| *Ц* | — цена заготовки, материала, руб./кг. |

Исходными данными для определения массы заготовок и расхода материалов служат расчеты, выполненные в конструкторской части выпускной квалификационной работы. Стоимость заготовок и материалов можно показать в виде таблицы (табл. 3.2).

*Таблица 3.2 ‑ Стоимость заготовок и материалов*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Масса, кг | Цена  за единицу, руб. | Общая  стоимость, руб. |
| Лист |  |  |  |
| … |  |  |  |
| Всего | – | – |  |

Стоимость работ по изготовлению всех деталей может быть определена по формуле

,

|  |  |
| --- | --- |
| где *n* | — количество видов работ; |
| *i* | — вид работы (станочные, сварочные и др.); |
| *tраб* | — трудоемкость по видам работ, чел-ч; |
| *Сч* | — тарифная ставка по видам работ, 130-150 руб./ч; |
| *Кд* | — коэффициент, учитывающий доплаты за качество и результаты работы в зависимости от её вида (*Кд* = 1,3...1,6); |
| *Ко* | — коэффициент отчислений в социальные фонды (для сельскохозяйственных организаций *Ко* = 1,304, индивидуальных предпринимателей и организаций, применяющих упрощенную систему налогообложения *Ко* = 1,207, для обычных категорий плательщиков *Ко* = 1,307). |

Трудоемкость работ определяется исходя из их объема и сложности на основании фактических результатов или нормативных данных.

При определении стоимости работ *Срм* исходят из трудоемкости работ и тарифной ставки на слесарных работах:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где *tрм* | — трудоемкость работ по монтажу и демонтажу, ч |

Необходимо учесть также стоимость расходных и вспомогательных материалов, необходимых при монтаже (электроды и др.).

После расчета всех составляющих определяют общую сумму затрат на изготовление (или модернизацию) приспособления.

Если модернизируется имеющееся на предприятии приспособление (машина, оборудование), то его балансовая стоимость  представляет собой сумму балансовой стоимости существующей машины *БСбаз* и затрат на модернизацию:

*БСпр* = *БСбаз* + *Зи*  (3.1)

В случае, когда изготавливается новое приспособление, затраты на изготовление составят его балансовую стоимость:

*БСпр* = *Зи*. (3.2)

3.2. Экономическое обоснование конструкторской разработки, направленной на снижение трудоемкости операции

Изготовление различных приспособлений заменяющих ручной труд или модернизация имеющихся направлены на сокращение затрат труда, уменьшение численности рабочих, повышение производительности труда и экономию фонда заработной платы.

После определения стоимости изготавливаемого приспособления рассчитывают издержки, связанные с эксплуатацией *Иэ*, руб.:



|  |  |
| --- | --- |
| где *A* | — амортизационные отчисления, руб.; |
| *P* | — затраты на техническое обслуживание и ремонт, руб.; |
| *Зэ* | — затраты на электроэнергию, руб. |

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле

, (3.3)

|  |  |
| --- | --- |
| где *На* | — норма амортизационных отчислений, %. |

Норму амортизационных отчислений для приспособлений, оборудования можно принять в размере 5-8% [ 22, 28, 29 ].

Если стоимость разработанного приспособления менее 40 тыс. руб., то данный объект к основным средствам не относится и амортизация по нему не рассчитывается.

Затраты на техническое обслуживание и ремонт приспособления определяются по формуле:

, (3.4)

|  |  |
| --- | --- |
| где *Нр* | — норма отчислений на техническое обслуживание и ремонт приспособления, %. |

Норму затрат на обслуживание и ремонт для приспособлений, оборудования можно принять в размере 5-8% [ 22, 28, 29 ].

Если разработанное приспособление электрифицировано, проводится расчет затрат на электроэнергию:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где *Mдв* | — мощность двигателя оборудования, кВт; |
| *Ким* | — коэффициент использования мощности двигателя  (*Ким*= 0,6…0,8); |
| *tоб* | — время работы оборудования на одной операции, ч; |
| *N пр* | — годовая программа работ, операций, при выполнении которых применяется разработанное приспособление, ед.; |
| *Цэл* | — цена электроэнергии, руб./кВт-ч. |

Разрабатываемые конструкторские решения, как правило, призваны снизить затраты живого труда при выполнении отдельных операций, работ. Экономия трудозатрат  определяется по формуле:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — трудоемкость выполнения операции соответственно без использования и с использованием приспособления, чел.-ч. |

Экономия фонда заработной платы от снижения трудоемкости работ  определяется по формуле:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где *Сч* | — тарифная ставка по видам работ, руб./ч; |
| *Кд* | — коэффициент, учитывающий доплаты за качество и результаты работы в зависимости от её вида; |
| *Ко* | — коэффициент отчислений в социальные фонды. |

Годовая экономия  определяется в данном случае, как экономия фонда заработной платы от снижения трудоемкости за вычетом дополнительных эксплуатационных затрат:



Срок окупаемости затрат на изготовление приспособления:

 (3.5)

Результаты обоснования экономической эффективности конструкторской разработки, направленной на снижение трудоемкости целесообразно представить в виде таблицы 3.3.

*Таблица 3.3 ‑ Экономическая эффективность конструкторской разработки (пример)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Обозначение | Значение |
| Стоимость изготовления приспособления, руб. | *Зи* | 6500 |
| Годовая программа ремонтов, шт. | *Nпр* | 1600 |
| Трудоемкость выполнения операции, чел.-ч.:  ‑ без использования приспособления  ‑ с использованием приспособления |  | 0,20  0,16 |
| Экономия трудозатрат, чел.-ч. |  | 64 |
| Экономия фонда заработной платы за счет снижения трудоемкости работ, руб. | *Эт* | 5120 |
| Издержки, связанные с эксплуатацией приспособления, руб. |  | 520 |
| Срок окупаемости, лет | *Т* | 1,4 |

Следует отметить, что конструкторские решения, направленные на снижение трудоемкости работ, кроме экономического имеют и социальный эффект. Их использование облегчает труд, делает его более привлекательным, повышается безопасность выполнения работ.

3.3. Экономическое обоснование конструкторской разработки, направленной на улучшение эксплуатационных свойств машины

Чаще всего модернизация сельскохозяйственных машин и технологического оборудования направлена на улучшение эксплуатационных свойств, а, следовательно, повышение производительности или ресурсной экономичности.

Для сельскохозяйственных машин производительность изменяется за счёт увеличения рабочей скорости, ширины захвата агрегата, емкости бункера, сокращения времени технического или производственного обслуживания и т.п., а также за счет увеличения основного времени смены, в результате повышения надежности и снижения времени на техническое обслуживание.

Для технологического оборудования рост производительности обусловлен увеличением мощности электропривода, сокращением времени обслуживания, увеличением основного времени работы.

Производительность модернизируемых машин и оборудования принимается из расчётов конструкторской части выпускной работы.

Улучшение эксплуатационных свойств машины ведет к изменению удельных эксплуатационных издержек.

Эксплуатационные издержки на единицу продукции, работы  определяют по формуле:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — фонд оплаты труда по данной операции, руб.; |
|  | — амортизационные отчисления машины, оборудования, руб.; |
|  | — затраты на техническое обслуживание и ремонт машины, оборудования, руб.; |
|  | — затраты на топливо-смазочные материалы, руб.; |
|  | — затраты на электроэнергию, руб. |

Расчеты выполняются по базовому (существующему) и проектному вариантам.

Фонд оплаты труда по данной операции  определяется по формуле:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где *tраб* | — затраты труда на выполнение операции, чел.-ч; |
| *Сч* | — тарифная ставка по видам работ, руб./ч; |
| *Кд* | — коэффициент, учитывающий доплаты за качество и результаты работы в зависимости от её вида (*Кд* = 1,3...1,6); |
| *Ко* | — коэффициент отчислений в социальные фонды (для сельскохозяйственных организаций *Ко* = 1,27, индивидуальных предпринимателей и организаций, применяющих упрощенную систему налогообложения *Ко* = 1,2, для обычных категорий плательщиков *Ко* = 1,3). |

Затраты труда на выполнение операции определяются следующим образом:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — производительность машины в час сменного времени, га/ч (т/ч, шт./ч); |
|  | — количество работников, обслуживающих машину, чел. |

Амортизационные отчисления рассчитываются следующим образом:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — балансовая стоимость машины, руб.; |
|  | — норма амортизационных отчислений, %; |
|  | — годовая загрузка машины, ч. |
|  | — время работы машины, оборудования на данной операции, ч. |

В базовом варианте балансовая стоимость машин принимается по данным предприятия из бухгалтерской отчетности, а в проектном варианте рассчитывается по формулам (3.1) или (3.2).

Время работы машины, необходимое для выполнения единицы работы рассчитывается по формуле:



Затраты на техническое обслуживание и ремонт машины рассчитываются следующим образом:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — норма отчислений на техническое обслуживание и ремонт машины, %. |

Нормы амортизационных отчислений, отчислений на техническое обслуживание и ремонт, годовая загрузка машин принимаются из справочника [ 22, 28, 29 ].

Если на выполнении операции машина работает в агрегате с трактором, то амортизационные отчисления и издержки на ремонт рассчитываются отдельно по трактору и сельскохозяйственной машине и суммируются.

Количество израсходованного основного топлива на единицу продукции, работы  определяется по нормативам расхода или по расчетам в конструкторской части.

Затраты на топливо-смазочные материалы определяются по формуле:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — комплексная цена топливо-смазочных материалов, руб./кг |

Комплексная цена – цены основного топлива с учетом стоимости смазочных материалов. Определяется умножением цены основного топлива на коэффициент 1,05...1,1.

В случае, когда расчет ведется по электрифицированному оборудованию, затраты на электроэнергию определяется по формуле:

, (3.6)

|  |  |
| --- | --- |
| где *Mдв* | — мощность двигателя оборудования, кВт; |
| *Ким* | — коэффициент использования мощности двигателя  (*Ким*= 0,6…0,8); |
| *Цэл* | — цена электроэнергии, руб./кВт-ч. |

После расчета всех составляющих определяют общие удельные эксплуатационные издержки по базовому и проектному вариантам .

Удельная годовая экономия эксплуатационных издержек ‑ это средства, которые будут сэкономлены при эксплуатации техники в проектном варианте по сравнению с базовым. Она определяется как разница эксплуатационных издержек на единицу работы или продукции в базовом и проектном варианте.

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — удельная годовая экономия эксплуатационных издержек, руб./га (руб./т; руб./шт.); |
|  | — эксплуатационные издержки на единицу работы или продукции соответственно в базовом и проектном вариантах, руб./га (руб./т; руб./шт.). |

Общая сумма годовой экономии определяется на весь объем работы:

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — объем работы (продукции или услуг) в проектируемом варианте, га (т; шт.). |

Срок окупаемости затрат на изготовление (модернизацию) определяют следующим по формуле (3.5).

Результаты расчетов рекомендуется представить в виде таблицы (табл. 3.4.) в расчетно-пояснительной записке и на листе графической части ВКР.

*Таблица 3.4 ‑ Экономическая эффективность конструкторской разработки, направленной на снижение эксплуатационных издержек (пример)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Обозначение | Варианты | |
| базовый | проектный |
| Затраты на модернизацию, руб. |  | - | 15000 |
| Объем работы, га |  | 100 | 100 |
| Часовая производительность, га/час |  | 5,0 | 6,0 |
| Затраты труда, чел.-ч/га |  | 0,20 | 0,16 |
| Эксплуатационные издержки, руб./га |  | 376,57 | 316,03 |
| Годовая экономия, руб. |  | - | 6054 |
| Срок окупаемости, лет |  | - | 2,5 |

Пример расчета эффективности модернизации сельскохозяйственной машины, работающей в составе агрегата, представлен в приложении Б.

3.4. Экономическое обоснование конструкторской разработки, направленной на увеличение выхода, повышение качества продукции

В результате модернизации машины может увеличиваться выход продукции за счет роста урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных, сокращения потерь продукции на всех стадиях производства, переработки, хранения.

В этом случае годовая экономия рассчитывается путем сравнения эксплуатационных издержек с учётом выхода дополнительной продукции.

Если при этом улучшается качество продукции (сортность), то на величину годовой экономии будет влиять разница в ценах за единицу продукции.

Дополнительная стоимость при изменении количества продукции  определяется следующим образом:

, (3.7)

|  |  |
| --- | --- |
| где | — цена продукции в базовом варианте, руб./ед.; |
|  | — количество продукции соответственно в базовом и проектном вариантах, ед. |

Дополнительная стоимость продукции при изменении ее качества определяется следующим образом:

, (3.8)

|  |  |
| --- | --- |
| где | — цена продукции в проектном варианте с учетом повышения качества, руб./ед.; |

Дополнительная стоимость при изменении объема и качества продукции определяется следующим образом:

, (3.9)

В случае, когда производится продукция различного качества и в результате модернизации машины изменяется количественное соотношение выхода продукции различных сортов, то расчет ведется детально по качественным группам продукции в соответствующих ценах:

, (3.10)

|  |  |
| --- | --- |
| где | — сорт продукции; |
|  | — количество сортовых групп продукции; |
|  | — цена продукции *i-*го сорта, руб./ед.; |
|  | — количество продукции *i-*го сорта соответственно в проектном и базовом вариантах, ед. |

Годовая экономия определяется на основании изменения эксплуатационных издержек на единицу продукции и дополнительной стоимости продукции:



Удельные эксплуатационные издержки рассчитываются по методике, изложенной в пункте 3.3. Если удельные эксплуатационные издержки были рассчитаны на единицу площади (голову животных), то для определения на единицу продукции следует разделить их на урожайность (продуктивность).

Срок окупаемости затрат на конструкторскую разработку  рассчитывается по формуле (3.5).

Результаты расчетов рекомендуется представить в виде таблиц (табл. 3.5 или 3.6).

*Таблица 3.5 ‑ Экономическая эффективность конструкторской разработки, направленной на увеличение выхода продукции (пример)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Обозначение | Варианты | |
| базовый | проектный |
| Затраты на модернизацию, руб. |  | - | 45000 |
| Объем работ, га |  | 100 | 100 |
| Урожайность, т/га |  | 2,40 | 2,47 |
| Цена продукции, руб./т |  | 8000 | 8000 |
| Стоимость дополнительной продукции, руб.:  с 1 га  со всей площади |  | - | 560  56000 |
| Эксплуатационные издержки, руб./га |  | 320 | 345 |
| Годовая экономия, руб. |  | - | 53500 |
| Срок окупаемости, лет |  | - | 0,8 |

*Таблица 3.6 ‑ Экономическая эффективность конструкторской разработки, направленной на улучшение качества продукции (пример)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Обозначение | Варианты | |
| базовый | проектный |
| Затраты на модернизацию, руб. |  | - | 68000 |
| Количество производимой продукции, т |  | 480 | 480 |
| Цена продукции, руб./т |  | 16000 | 16500 |
| Стоимость дополнительной продукции, руб. |  | - | 240000 |
| Эксплуатационные издержки, руб./год |  | 720000 | 729400 |
| Годовая экономия, руб. |  | - | 230600 |
| Срок окупаемости, лет |  | - | 0,3 |

Результаты сравнительного анализа следует представить в расчетно-пояснительной записке и на листе графической части работы.

3.5. Экономическое обоснование конструкторской разработки, направленной на снижение расхода материальных ресурсов

Совершенствование конструкции машины, оборудования может быть направлено на экономию сырья, снижение расхода кормов, семян, удобрений, электроэнергии, топлива и других материальных ресурсов.

В этом случае по методикам, изложенным в пунктах. 3.1. и 3.3. рассчитывают стоимость изготовления и затраты на эксплуатацию конструкторской разработки.

Далее определяется экономия материальных ресурсов :

,

|  |  |
| --- | --- |
| где | — удельный расход материальных ресурсов на единицу продукции, работ, ц/ед. (кВт-ч/ед.); |
|  | — цена ресурса, руб./ед. |
|  | — количество продукции, объем работ, ед. |

Годовая экономия рассчитывается следующим образом:

****

Срок окупаемости рассчитывают по формуле (3.5).

Результаты расчетов рекомендуется представить в виде таблицы (табл. 3.7).

*Таблица 3.7 ‑ Экономическая эффективность конструкторской разработки, направленной на снижение расхода материальных ресурсов (пример)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Обозначение | Варианты | |
| базовый | проектный |
| Затраты на модернизацию, руб. |  | - | 45000 |
| Объем работ, га |  | 100 | 100 |
| Норма высева семян, ц/га |  | 2,4 | 2,2 |
| Цена семян, руб./ц |  | 1000 | 1000 |
| Экономия материальных ресурсов, руб. |  | - | 20000 |
| Эксплуатационные издержки, руб./га |  | 320 | 345 |
| Годовая экономия, руб. |  | - | 17500 |
| Срок окупаемости, лет |  | - | 2,6 |

Результаты сравнительного анализа следует представить в расчетно-пояснительной записке и на листе графической части работы.