

7. Гладков Е.А., Гладкова О.В. Оценка комплексной фитотоксичности тяжелых металлов и получение растений, обладающих комплексной устойчивостью // Биотехнология, 2007, №1, с.81 – 85.
8. Ernst W.H.O. Effects of Heavy Metals in Plants at the Cellular and Organismic Level // Ecotoxicology. Ecological Fundamentals, Chemical Exposure and Biological Effects / Ed: Schuurmann G., Markert B. Heidelberg: Wiley Publ. House. 1999. P. 587 – 620.
9. Духовский П., Юкнис Р., Бразайтите А., Жукаускайте И. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессоров // Физиология растений, 2003, т. 50, №2. С. 165 – 173.
10. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Гладкова О.В. Получение многолетних трав, устойчивых к хлоридному засолению, с помощью клеточной селекции // Сельскохозяйственная биология, 2014, № 4, с. 106 – 111.
11. Гладков Е.А., Гладкова О.В. Способ получения толерантных к ионам кадмия однодольных растений in vitro. Патент на изобретение № 23106696. Опубликовано 27.09.2007, бюл.27.
12. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Бирюков В.В., Гладкова О.В. Клеточная селекция газонных трав, толерантных к ионам меди // Биотехнология, 2006, № 5, С. 63 –66.
13. Gladkov E.A., Gladkova O.N., Glushetskaya L.S. // Estimation of Heavy Metal Resistance in the Second Generation of Creeping Bentgrass (*Agrostis stolonifera*) Obtained by Cell Selection for Resistance to These Contaminants and the Ability of This Plant to Accumulate Heavy Metals. Applied Biochemistry and Microbiology, 2011, Vol. 47, No. 8, pp. 776 – 779.
14. Гладков Е.А., Гладкова О.Н., Глушецкая Л.С. Получение растений устойчивых к ионам тяжелых металлов и возможность их использования для фиторемедиации // Вестник Казахского национального университета, серия биологическая, № 3(29), 2006, с. 101 – 106.

Модель управления производством на принципах экологической безопасности и результаты апробации

Д.т.н. проф. Графкина М.В.¹, к.э.н. Сдобнякова Е.Е.²

¹Университет машиностроения

²Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

8 (499) 2671605, +7 (915) 190-27-67

ecomami@mail.ru, info.imo.miit@gmail.com

Аннотация. Приведено обоснование необходимости экологической политики в управлении производственной деятельностью. Предложены модель и основные инструменты управления предприятием, основанные на принципах экологической безопасности, обобщены сравнительные показатели оценки и выявлена система расчета эколого-экономической эффективности, действующие как при запуске нового производства, так и при последующей модернизации. Рекомендуемые инновации прошли апробацию в промышленности. Анализ полученных результатов подтвердил эффективность применения инновационных методов управления предприятием. Представлены численные показатели, определяющие экономический эффект за счет совершенствования технологических операций в монетарном и материальном выражении.

Ключевые слова: управление производством, принципы экологической безопасности, эколого-экономическая эффективность, инструменты управления производством, показатели оценки эколого-экономической эффективности

Деятельность промышленных предприятий в настоящее время проходит в условиях ужесточения конкурентной борьбы, нестабильности экономической конъюнктуры, повыше-

ния требований потребителей к промышленной продукции, которые существенно усложняют процесс управления. Значительные изменения, произошедшие в Российском законодательстве в области охраны окружающей среды («Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года», утвержденные Президентом РФ 30 апреля 2012 г. и др.), также оказывают влияние на деятельность предприятий.



Рисунок 1. Модель планирования развития производства, основанной на принципах экологической безопасности

Имея определенные наработки в данной области [1 – 2], авторы предлагают модель организации, управления и развития производства, основанную на принципах экологической безопасности (см. рисунок 1).

Таблица 1

Основные инструменты управления предприятием, основанного на принципах экологической безопасности

Инструмент	Сущность
Модернизация производства	Изменение процесса с целью минимизации или прекращения образования загрязнений
Модернизация техпроцесса	Изменение технологии с целью минимизации или прекращения образования загрязнений
Модернизация оборудования	Внедрение более эффективного оборудования с минимальными выбросами или прекращение образования загрязнений ОС Модификация оборудования с целью повышения существующих или создания новых возможностей по рециклированию продукции, узлов и материалов
Организация производственной деятельности	Изменение порядка и методов хозяйствования для минимизации или прекращения образования загрязнений Внедрение более эффективной системы управления технологическим процессом
Замена факторов производственной среды	Изменение материалов, оборудования, технологических процессов для минимизации объема опасных загрязнений
Повторное использование отходов на месте	Рециклирование отходов в рамках предприятия
Повторное использование отходов вне предприятия	Рециклирование отходов вне предприятия

Перспектива развития производства промышленных предприятий с учетом совершенствования экологических аспектов их деятельности должна базироваться на тенденциях развития внешнего экономического и институционального механизмов управления. Для этого проводится постоянный мониторинг внешней и внутренней среды с целью определения оп-

тимального направления развития производственного процесса, которое закладывается в долгосрочное и текущее планирование. Принятые в промышленности этапы запуска нового производства усовершенствованны с учетом разработанного механизма управления, основанного на принципах экологической безопасности, инструменты управления представлены в таблице 1.

Издержки предприятия на природоохранную деятельность складываются из экономического ущерба и текущих затрат, которые зависят от уровня негативного воздействия вредных веществ основного технологического процесса на окружающую среду. Предлагается набор сравнительных показателей экономической эффективности и система расчета эколого-экономических показателей, позволяющие проводить оценку намечаемой деятельности, как при запуске нового производства, так и при последующей модернизации (см. таблицу 2).

Таблица 2

Сравнительные показатели оценки эколого-экономической эффективности

Сравнительные показатели оценки экономической эффективности	Формулы расчета
Показатель экономии материалов	$\mathcal{E}_y^m = \sum_{j=1}^m V_j \left[\sum_{i=1}^n (H_{1ji}^m P_{1ji}^m) - \sum_{i=1}^n (H_{2ji}^m P_{2ji}^m) \right]$
Показатель по уменьшению потребления электроэнергии	$\mathcal{E}_y^e = \mathcal{U}_y \left(\sum_{q=1}^D \frac{M_{1q} K_{mq} K_{eq} F_{1q}}{\eta_y} - \sum_{q=1}^D \frac{M_{2q} K_{mq} K_{eq} F_{2q}}{\eta_y} \right)$
Показатель по снижению объема потребления свежей воды	$\mathcal{E}_y^s = \left(V_{1e} \mathcal{U}_e - \sum_{r=1}^R 3_{1e,r} \right) - \left(V_{2e} \mathcal{U}_e - \sum_{r=1}^R 3_{2e,r} \right)$
Показатель по объему утилизации вредных веществ	$\mathcal{E}_y^y = \sum_{g=1}^G \left(V_{1yg} \mathcal{U}_{yg} - \sum_{f=1}^L 3_{1y,gf} \right) - \sum_{g=1}^G \left(V_{2yg} \mathcal{U}_{yg} - \sum_{f=1}^L 3_{2y,gf} \right)$
Показатель по усовершенствованию техники	$\mathcal{E}_{техника} = \sum_{l=1}^u \left(C_{1l} + \frac{A_{1l} S_{1l}}{100} + V_{1l} \right) - \sum_{l=1}^u \left(C_{2l} + \frac{A_{2l} S_{2l}}{100} + V_{2l} \right)$
Показатель по усовершенствованию технологии	$\mathcal{E}_{технология} = \sum_{l=1}^u \left(C_{1l} + \frac{A_{1l} S_{1l}}{100} + \Delta Q_{1l} \right) - \sum_{l=1}^u \left(C_{2l} + \frac{A_{2l} S_{2l}}{100} + \Delta Q_{2l} \right)$
Показатель предотвращенного ущерба от загрязнения атмосферы	$\Delta Y_{np_w}^a = \sum_{z=1}^Z Y_{y\partial_{wz}}^a \cdot \Delta m_z^a \cdot K_{\mathcal{E}_z}$
Показатель предотвращенного ущерба от загрязнения сточных вод	$\Delta Y_{np_w}^s = \sum_{z=1}^Z Y_{y\partial_{wz}}^s \cdot \Delta m_z^s \cdot K_{\mathcal{E}_z}$

В таблице 2 использованы следующие обозначения:

H_{1ji}^m, H_{2ji}^m – расход i -ого технологического материала (реагента) на единицу j -ой продукции соответственно, при 1-ом и 2-ом вариантах производства, кг;

P_{1ji}^m, P_{2ji}^m – стоимость i -ого технологического материала (реагента) для j -ой продукции, соответственно, при 1-ом и 2-ом вариантах производства, руб./кг;

V_{npj} – годовой объем выпускаемой j -ой продукции, шт.;

M_{1q}, M_{2q} – суммарная энергетическая мощность используемого q -ого вида оборудования, соответственно, при 1-ом и 2-ом вариантах производства кВт·ч;

K_{mq}, K_{eq} – коэффициент использования q -ого вида оборудования, соответственно, по мощности и по времени;

η_9 – КПД электроустановки;

F_{1q}, F_{2q} – годовой действительный фонд времени работы q -ого вида оборудования, соответственно, по 1-ому и 2-ому вариантам производства, ч;

C_9 – цена электроэнергии, руб/кВт·ч;

C_6 – цена воды, руб/л;

V_{16}, V_{26} – годовой объем воды, потребляемый, соответственно, для 1-ого и 2-ого вариантов производства, л;

Z_{16r}, Z_{26r} – затраты на r -ое техническое мероприятие по уменьшению объемов потребления воды, соответственно, по 1-ому и 2-ому вариантам производства, руб.;

C_{yg} – цена утилизации g -ого вида вредного вещества, руб.;

V_{1yg}, V_{2yg} – годовой объем утилизации g -ого вида вредного вещества, соответственно, по 1-ому и 2-ому вариантам производства, кг;

Z_{1ygf}, Z_{2ygf} – затраты на f -ое техническое мероприятие по уменьшению объемов утилизации g -ого вида вредного вещества, соответственно, по 1-ому и 2-ому вариантам производства, руб.

C_{1l}, C_{2l} – текущие эксплуатационные затраты по содержанию l -ого вида технологического оборудования, соответственно, для 1-ого и 2-ого вариантов производства, руб.;

A_{1l}, A_{2l} – амортизационные отчисления по l -ому виду технологического оборудования, соответственно, для 1-ого и 2-ого вариантов производства, %;

S_{1l}, S_{2l} – балансовая стоимость l -ого вида технологического оборудования, руб.;

U_{1l}, U_{2l} – возможный ущерб от использования l -ого вида технологического оборудования, соответственно, для 1-ого и 2-ого вариантов, руб.;

$\Delta Q_{1l}, \Delta Q_{2l}$ – изменение экологического воздействия на окружающую среду использование l -ого вида оборудования, соответственно, по 1-ому и 2-ому вариантам производства (выбросы, сбросы в перерасчете на руб.);

$Y_{y\partial_{wz}}^a$ – величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов z -ого вида загрязняющего вещества в атмосферу, для w -го экономического района РФ, руб/усл. т;

Δm_z^a – снижение массы годового выброса в атмосферу воды z -ого вида загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной эколого-экономической опасности, т/год;

K_{z_2} – коэффициент относительной эколого-экономической опасности z -ого вида загрязняющего вещества или группы веществ;

$Y_{y\partial_{wz}}^6$ – величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов z -ого вида загрязняющего вещества в сточные воды, для w -го экономического района РФ, руб/усл. т;

Δm_z^6 – снижение массы годового выброса в сточные воды z -ого вида загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной эколого-экономической опасности, т/год.

Разработанные инновации апробированы на промышленном предприятии ООО «Вектор», специализирующемся на производстве металлических изделий. Руководство предприятия выбрало стратегию на запуск производства новой продукции с использованием научно-технических достижений и современных технологических решений, которая позволит производить конкурентоспособную продукцию, а также будет базироваться на принципах экологической безопасности. Сравнительная эколого-экономическая оценка вариантов технологии производства новой продукции методом холодной штамповки или методом холодной поперечно-винтовой прокатки представлена в таблице 3.

Сравнительная эколого-экономическая оценка вариантов технологии производства

Показатели производственного процесса	Метод холодной штамповки	Метод холодной поперечно-винтовой прокатки	Сравнительный показатель, раз
1. Производительность, шт./час	13 800	47 300	3,43
2. Коэффициент использования металла, на операциях производства «черного шара», %	96	98	1,02
3. Коэффициент использования металла, с учетом всего производственного процесса, %	48	70	1,46
4. Показатель экономии материалов, руб/год	1 813 080	1 244 100	1,46
5. Показатель по уменьшению потребления электроэнергии, руб/год	45 456	13 368	3,40
6. Показатель ущерба от загрязнения атмосферы, руб/год	3 249	2 228	1,46
7. Показатель ущерба от загрязнения сточных вод, руб/год	177 492	121 709	1,46

Эколого-экономическая эффективность от принятия за основу технологии производства новой продукции методом холодной поперечно-винтовой прокатки составляет 657 875 руб/год (см. таблицу 4).

Таблица 4

Сравнительные показатели оценки экономической эффективности

Показатель производственного процесса	Сравнительный показатель, руб/год
Показатель экономии материалов	568 980
Показатель по уменьшению потребления электроэнергии	32 091
Показатель по предотвращенному ущербу от загрязнения атмосферы	1 021
Показатель по предотвращенному ущербу от загрязнения сточных вод	55 783
Общая эколого-экономическая эффективность	657 875

Повышение экологической безопасности производства возможно также за счет совершенствования последующих технологических операций по доводке продукции в готовое изделие:

- 1 – замена хром-лоскута кожи на операции сушки и полировки;
- 2 – замена смазочно-охлаждающей жидкости на операции шлифовки;
- 3 – установка защитных экранов на оборудовании для предотвращения выбросов на операции шлифовки;
- 4 – установка защитных экранов на оборудовании для предотвращения выбросов на операции промывки.

С учётом множественности аспектов производственной деятельности и показателей оценки внутреннего потенциала предприятия, различий в уровне критических оценок и возникающих в связи с этим трудностей, использован метод экспертной оценки для выбора последовательности совершенствования технологических операций по доводке изделия. Результаты экспертной оценки показали следующую последовательность совершенствования технологических операций: замена смазочно-охлаждающей жидкости на операции шлифовки, затем устранение хром-лоскута кожи на операции сушки и полировки, затем установка защитных экранов на операциях шлифовки и промывки.

Проведен расчет эколого-экономической эффективности мероприятий по замене смазочно-охлаждающей жидкости и устранению хром-лоскута кожи, результаты представлены в таблице 5.

Эколого-экономическая оценка мероприятий по повышению экологической безопасности на этапе доводки новой продукции

Элементы экономии	Годовая экономия материалов в год, т	Годовая экономия, руб.
Экономия от сокращения потребления свежей воды	130	994,50
Экономия от замены дизельного топлива	26	326 392,00
Экономия от устранения хром-лоскута кожи	0,12	4 800,00
Итого:		332 186,50

Таким образом, общая экономия от применения разработанной модели составила около одного миллиона рублей в год. При этом сокращается потребление воды на 130 т/год, дизельного топлива – на 26 т/год и хром-лоскута кожи – на 120 кг.

Литература

1. Графкина М.В. Экологическое проектирование продукции. – М.: МГТУ «МАМИ», 2006. – 223 с.
2. Сдобнякова Е.Е., Брюхань Ф.Ф., Графкина М.В. Промышленная экология – М.: Форум, 2010.-208 с.

Универсальный алгоритм подготовки проб грунта для определения опасных химических веществ

Д.т.н. проф. Латышенко К.П., к.т.н. Миронов А.А., Павлюченко И.А.
Университет машиностроения
kplat@mail.ru

Аннотация. Опасные химические вещества (ОХВ) с предприятий попадают в почву и аккумулируются в ней. Вследствие этого понижается плодородие загрязнённой почвы и повышается опасность возникновения хронических и тяжёлых заболеваний у населения при её использовании в сельскохозяйственных целях. При выполнении химического анализа почвы на содержание ОХВ наиболее трудоёмкой является операция пробоподготовки, выполнение которой зависит как от наличия соответствующих методик, так и от квалификации персонала. Для аргументирования выбора метода и последовательности операций подготовки проб почвы разработан алгоритм, позволяющий в условиях отсутствия априорных данных о пробе провести подготовку проб грунта неизвестного состава для анализа на наличие ОХВ.

Ключевые слова: пробоподготовка, скрининг почвы, опасные химические вещества, грунт, универсальный алгоритм

Для пробоподготовки водных проб на наличие ОХВ был разработан универсальный алгоритм, который позволяет определить загрязнители различных классов [1]. Анализ проб грунта значительно сложнее, так как к нему не применимы прямые методы измерений. В статье для аргументирования выбора метода и последовательности операций подготовки проб грунта разработан алгоритм для определения ОХВ.

При пробоподготовке грунта для определения более 20 летучих органических веществ (ЛОС) целесообразно использовать метод газовой экстракции с последующей термодесорбцией (55 – 220 °С) в пробе. Степень извлечения ЛОС из грунта при использовании составляет $89 \pm 3\%$. Также этот метод применим и при анализе сильно загрязнённых почв.

Для скрининга почвы на ЛОС (хлоруглеводороды, пестициды и полиароматические углеводороды, далее ПАУ) используют прямую термодесорбцию контролируемых компонентов из стеклянной или фторопластовой трубки с 200 мг анализируемой пробы с дальнейшим