

УДК 622.7.013:628.5(083.74)(476)

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОБОГАЩЕНИИ

Березовский Н.И. (Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь), Лесун Б.В., Пацей Н.Е. (УО «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Беларусь)

В статье рассматривается возможность внедрения системы менеджмента качества для процесса оптимизации экологических характеристик при обогащении. Формулируется и анализируется задача оптимизации экологических характеристик объекта, анализируются этапы решения этой задачи, делается вывод о возможности использования системы менеджмента качества и ее выбор.

Ключевые слова: *оптимизация, обогащение, минеральные ресурсы, экологическая безопасность, интервал пригодности сырья, качество, вариации данных, местные сырьевые ресурсы.*

Введение

Системы менеджмента качества внедряются на предприятиях различных сфер деятельности с целью повышения их конкурентоспособности, которая достигается за счет удовлетворенности потребителя характеристиками продукции. В настоящее время широкое распространение получили такие системы менеджмента качества как «Шесть Сигм» и ISO 9000 [1, 2]. Целесообразность внедрения той или иной системы определяется поставленными краткосрочными и долгосрочными целями, имеющимися ресурсами изменения качества продукции и пр. В таком процессе как создание объектов с заданными или нехудшими экологическими характеристиками вопрос качественного результата является немаловажным: очевидно, что объект обладает одновременно несколькими экологическими характеристиками, они могут конкурировать с другими характеристиками объекта, может существовать несколько вариантов создания объекта, при котором его экологические характеристики будут удовлетворительными. Также важным является время, в течение которого были найдены варианты и алгоритм выбора наиболее приемлемого – оптимального варианта.

Анализ проблемной области и постановка задачи

Для принятия решения в отношении использования той или иной системы менеджмента качества рассмотрим подробнее задачу оптимизации экологических характеристик объекта. Экологическая безопасность является жизненно важным интересом любого человека. На территории большинства регионов (стран), в том числе и Беларуси, экологическая безопасность гарантируется Конституцией и регламентируется рядом национальных и международных правовых нормативных актов. Экологическая безопасность обеспечивается такими методами, как контроль качества окружающей среды, управление контролем качества окружающей среды, рядом комплексных методов (физико-химических, биологических, токсикологических и др.), а также методами моделирования, прогнозирования и системного анализа. Последняя группа методов позволяет рассматривать различные группы факторов, влияющих на экологическую безопасность, обособленно в сочетании друг с другом, что дает

возможность в большей мере понять природу опасности от того или иного воздействия и оценить последствия этих воздействий в краткосрочной и долгосрочной перспективе, а также в пространстве [3-5].

Большое количество отходов и потерь на горно-перерабатывающих предприятиях предопределяет необходимость решения проблемы рационального использования минеральных ресурсов [6, 7]. Необходимо рассмотреть возможность расширения интервала пригодности сырья и его использования для получения промышленных продуктов. Утилизация горных пород, образующихся при разработке гравийно-песчаных месторождений и переработке полезных ископаемых, является важной экономической и экологической задачей [8]. При этом должны учитываться ограничения, связанные со свойствами получаемых материалов.

Анализ поставленной задачи

Деятельность или ряд действий, преобразующие входные и выходные параметры в повторном потоке с целью производства продукта, оказания услуги или выполнения задачи, оказывает воздействие на экологическую безопасность. Измерения процесса и некоторых параметров входа нацелены на то, чтобы начать сбор данных о потенциальных причинах проблем. Рассматривая взаимосвязь между рентабельностью и экологической безопасностью, видно, что она наблюдается при обеспечении и поддержке требуемых уровней экологических показателей, что ведет к минимизации влияния объекта на здоровье людей [9]. Возможность комплексного рассмотрения этих аспектов и возможность анализа влияющих на них факторов позволят управлять средствами повышения рентабельности объекта [10].

Взаимосвязь между входом, самим процессом и итогами (выходами, откликами) можно представить в виде следующего выражения $Y = f(X_1, X_2, \dots)$, где Y – функция от нескольких факторов X (рисунок 1). Литерой X обозначаем показатели входа или процесса. Процесс обычно имеет несколько показателей X , например, критериев воздействия на экологическую безопасность по каждому объекту в целом и для каждого этапа жизненного цикла.

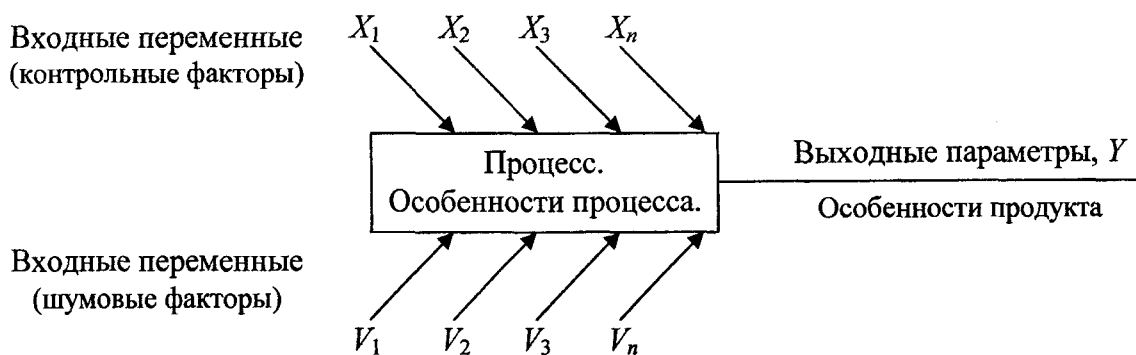


Рисунок 1. – Процесс входных и выходных параметров

Любой процесс имеет одну или несколько характеристик по отношению к собранным данным. Эти характеристики используются для измерения производительности процесса. Для того, что бы измерить производительность процесса, нам необходимы данные для соответствующих характеристик. По типу характеристики разделим их на постоянные и дискретные. Постоянные характеристики могут принимать любые

значения по постоянной шкале, обеспечивая непрерывность данных, в то время как дискретные характеристики основаны по пунктам, обеспечивая атрибуты данных, например, в постоянных данных: толщина, время, скорость, температура и т.д. Атрибуты данных, в свою очередь, делятся на пункты, например: прошел / не прошел, приемлемо / неприемлемо, хорошо / плохо / дефект и т.д.

Значения данных для любого процесса, характеристики продукта всегда изменяются. Невозможно существование двух одинаковых характеристик, так как сам процесс содержит множество источников для сбора данных. Различия между продуктами производства могут быть как значительными, так и неизмеримо малы, но они всегда присутствуют. Вариации данных, при измеренных значениях, могут быть визуализированы и статически проанализированы путем распределения данных, основываясь на ближайших совпадениях при наблюдении.

Распределения данных, в зависимости от наблюдений, будем характеризовать следующим образом:

- местоположение (среднее значение);
- распространение (диапазон значений от меньшего к большему);
- определенная форма (характер изменения: является ли она симметричной, искаженной, и т.д.).

Вариация данных представляет собой основу дефектов, а так же, является причиной избыточных расходов на каждом предприятии, включая перерабатывающие, энергетические и строительные. Необходимо производить отслеживание производительности процесса и методологии формализованного улучшения качества, сосредотачиваться на практических решениях и снижении вариаций при выборе данных.

Время цикла и выпуск продукции являются двумя основными элементами процесса производительности. Существует множество источников для выбора вариаций, как для самого процесса, так и для характеристик продукта производства. Для быстрого выбора источника данных введены два типа причин: общие причины, влияющие на выбор данных, и случайные причины (их чаще всего называют незначимые причины). Общие причины ссылаются на источники, в которых выбранные данные надежны и повторяются в течение длительного времени при выполнении всего процесса. Это условно можно назвать «процесс в состоянии статистического управления». Общие причины ведут себя как стабильная система случайных причин. Если общие причины при вариации данных присутствуют и не изменяются, то выход из процесса очевиден. Если незначительные причины при выборе данных изменяются во времени, то прогнозирование процесса производства нестабильно на протяжении всего промежутка времени.

Незначимые причины относятся к группам экологических факторов, вызывающих изменения данных, но обычно не присутствуют в самом процессе [9]. Таким образом, когда такие причины все же встречаются, они вносят изменения в распределение процесса. Если же все незначительные причины, влияющие на вариацию данных, были выявлены и действуют, то они будут влиять на процесс непредсказуемым образом. При присутствии многих незначимых причин процесс неустойчив в течение длительного времени.

Каждый процесс при этом имеет время цикла и производительность. Время цикла зададим как календарный период времени, в течение которого материал, заготовка или другой обрабатываемый предмет проходит все операции производственного процесса определенной его части и превращается в готовую продукцию. Время цикла

включает среднее время, вариацию во времени и, возможно, кривую распределения, чтобы представить всевозможные значения времени. Число «не дефектов» можно рассматривать как конечный параметр на выходе процесса. Более эффективное преобразование входных факторов даст хороший результат на выходе процесса. Производительность производства определена как «функция выхода продукции по сравнению с ее входными параметрами».

Производительность для индустриальной деятельности определяется разными способами. Приведем определение производительности, предложенное Европейским Агентством Производительности, которое намного лучше характеризует и объясняет это понятие, как степень эффективного использования каждого элемента производства [10]. Данное выражение основано на убеждении: можно сделать вещи лучшим образом сегодня, чем вчера, и лучшим образом завтра, чем сегодня. Это твердая вера в прогресс человеческого существования. С экономической точки зрения производительность относится к степени, в которой фирма может оптимизировать ресурсы его управления с целью достижения результата. Таким образом, производительность так же может быть на уровень выше.

Если рассматривать методику решения многопараметрических оптимизационных задач, то можно выделить следующие этапы их решения при работе с математической моделью объекта:

- применение параметрических ограничений и оценка области допустимых значений параметров;

- если область допустимых параметров не является пустой, то на следующем этапе генерируют набор критериев, который описывает вариант проектного решения объекта;

- к полученному набору критериев применяют систему критериальных ограничений, оценивая, таким образом, удовлетворяет ли решение заданным требованиям;

- для выбора или поиска варианта объекта с оптимальными экологическими характеристиками используют либо один из методов поиска оптимального решения, либо один из методов выбора оптимального решения [11, 12].

Проанализировав поставленную задачу, можно заключить, что эта задача оптимизационная, так как выбранные критерии являются конкурирующими, и поиск решения сводится к задаче выбора оптимального варианта, также задача является многопараметрической, т.е. несколько параметров объекта влияют на окончательное решение (рисунок 2). На основе данных параметров можно создавать эффективные усреднительные системы.

Заключение

Проанализировав вышеприведенные этапы решения задачи, авторы сделали вывод, что они наиболее полно согласуются с системой менеджмента качества «Шесть Сигм», согласно которой каждый этап процесса производства (в данном случае – поиск варианта построения объекта с оптимальными экологическими характеристиками) направлен на повышение качества всего процесса. Таким образом, разработка и применение ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов при добыче и переработке гравийно-песчаных пород и др. полезных ископаемых возможны на базе анализа комплексного использования сырья, а именно:

- наиболее полного, экономически оправданного и многовариантного использования всех компонентов сырья;

- вовлечения в производство местных сырьевых ресурсов для полной или частичной замены привозного сырья;
- расширения интервала пригодности сырья, например, изменением стандарта;
- использования многоуровневых технологических процессов для повышения безотходности;
- снижения энергозатрат на производство (температура обжига, длительность технологического процесса);
- использования добавок для расширения интервала функциональных свойств;
- оптимизации свойств и расширения номенклатуры выпускаемой продукции.

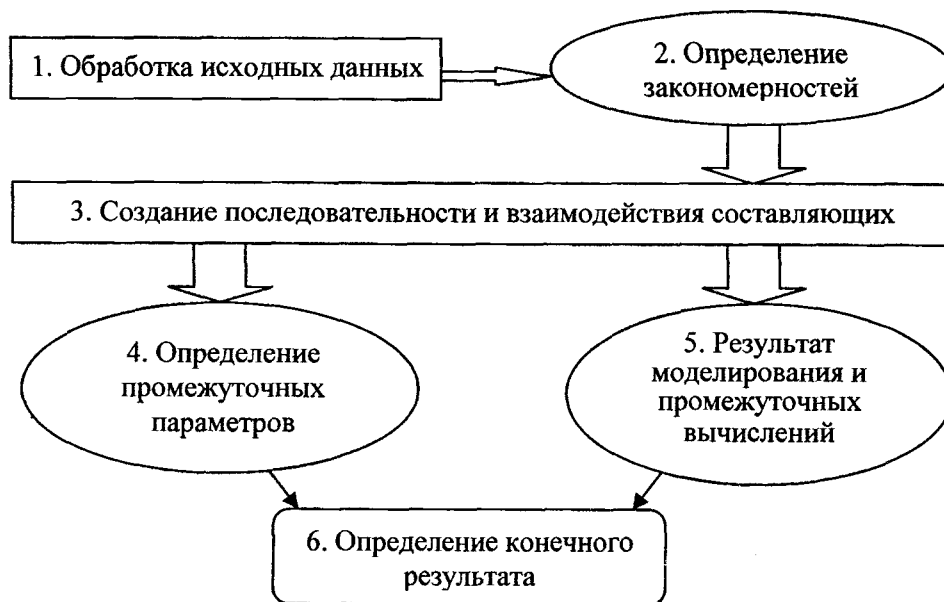


Рисунок 2. – Структура программного модуля усреднительной системы

Список использованных источников

1. Pande, P.S. The six sigma way: how GE, Motorola, and other top companies are honing their performance / P.S. Pande, R.P. Neuman, R.R. Cavanagh. – New York: McGraw-Hill, 2000. – 423 p.
2. James Ignizio, Optimizing Factory Performance: Cost-Effective Ways to Achieve Significant and Sustainable Improvement / Ignizio James. – New York: McGraw-Hill, 2009. – 400 p.
3. Лаптенюк, С.А. Дифференциальная оценка структуры заболеваемости злокачественными новообразованиями в различных геоэкологических условиях / С.А. Лаптенюк, Н.А. Корбут // Проблемы создания информационных технологий: сб. науч. тр. / МАИТ. – М., 2013. – Вып. 22. – С. 194-197.
4. Лаптенюк, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А. Лаптенюк. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.
5. Лесун, Б.В. Задача оптимизационного моделирования воздействия антропогенных факторов на экологическую безопасность региона / Б.В. Лесун, Н.Е. Пацей // Промышленная экология : сб. тр. Междунар. науч.-технич. конф., Минск 27-28 окт. 2015 г. / БНТУ. – Минск, 2015. – С. 158-162.

6. Лесун, Б.В. Рациональное использование местных минеральных ресурсов / Б.В. Лесун // Горная механика и машиностроение. – 2014. – № 3. – С. 47-55.
7. Воронова, Н.П. Комплексное использование местных видов топлива в производстве пористых строительных материалов / Н.П. Воронова, Б.В. Лесун // Энергетика – известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2014. – № 4. – С. 83-94.
8. Разработка алгоритмов для управления производственными технологиями: монография / Н.И. Березовский [и др.]. – Минск: БИП-С Плюс, 2011. – 100 с.
9. Лесун, Б.В. Оптимизация экологических характеристик объекта / Б.В. Лесун, Н.Е. Пацей // Горная механика и машиностроение. – 2015. – № 4. – С. 21-25.
10. Theodore T. Allen, Introduction to Engineering Statistics and Lean Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems / Allen Theodore T. – 2nd ed. Springer, 2010. – 576 p.
11. Сырьевая смесь для получения пористых строительных материалов из местных сырьевых ресурсов / Н.И. Березовский [и др.]. // Деформация и разрушение материалов и наноматериалов: сб. тр. VII Междунар. конф. / ИМЕТ РАН. – Москва, 2017. – С. 654-656.
12. Лесун, Б.В. Модель усреднения при обогащении местных видов топлива / Б.В. Лесун // Перспективы и инновации в горном деле: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / БНТУ. – Минск, 2018. – С. 122-127.

Berezovsky N.I., Lesun B.V., Patsey N.E.

To the question of optimization of environmental characteristics at enrichment

The article discusses the possibility of introducing a quality management system for the process of optimizing the environmental characteristics at enrichment. The task of optimizing the environmental characteristics of an object is formulated and analyzed, the stages of solving this task are analyzed, a conclusion is made about the possibility of using a quality management system and its selection.

Keywords: optimization, enrichment, mineral resources, environmental safety, range of availability of raw materials, quality, data variations, local raw materials.

Поступила в редакцию 12.11.2018 г.