

*Ефременко А.И.**Научный руководитель: Миронова М.Н., канд. техн. наук**Беларусь, г. Могилев, Межгосударственное образовательное учреждение  
высшего образования «Белорусско-Российский университет»*

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СВЕРЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Введение.** Обострение конкуренции на рынке машиностроительной продукции, непрерывное усовершенствование конструкций машин, рост требований к их качеству вызывают необходимость резкого сокращения производственно-технологического цикла создания машин, а также повышения качества принимаемых проектных решений. Наиболее остро это ощущается в технической подготовке производства, которая является важнейшим этапом жизненного цикла изделия, и затраты времени и средств на нее значительно превышают затраты на само производство.

В то же время повышение точности изготовления деталей увеличивает такие показатели надежности как долговечность и безотказность механизмов.

Из зависимости «стоимости от точности» обработки на металлорежущих станках (рисунок 1) видно, что при повышении точности на 1 квалитет стоимость обработки в диапазоне погрешностей от 0 до 50 мкм обрабатываемых размеров может значительно возрастать [1].

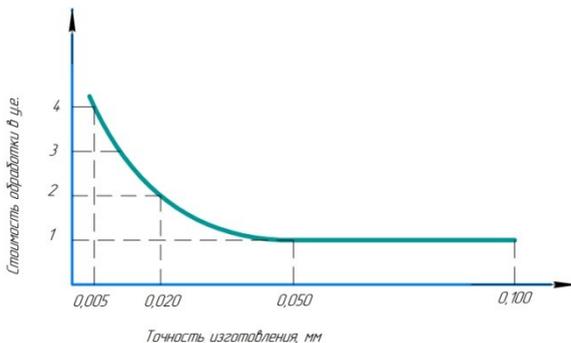


Рисунок 1 – Зависимость стоимости от точности обработки на металлорежущих станках

В связи с этим повышение точности и производительности обработки деталей на металлорежущих станках – одна из основных задач современного машиностроения.

**Основная часть.** Принципиальным моментом при выборе метода управления процессом сверления является тот факт, что в машиностроительном производстве конструкция детали, технологический процесс ее изготовления, конструкции основных узлов станков и приспособлений взаимосвязаны между собой на уровне соответствующих параметров и в связи с этим должны проектироваться в комплексе с учетом этой взаимосвязи. Следовательно, процедура управления процессом сверления должна носить комплексный характер, учитывая влияние на точность обработки не только параметров технологического процесса, но и технологического оснащения.

Стремление преодолеть противоречие между усложнением создаваемых систем управления и традиционными подходами к их проектированию и обслуживанию в настоящее время определило одно из новых направлений развития таких систем, связанное с применением интеллектуальных технологий.

Использование алгоритмов искусственного интеллекта открывает возможность осуществления иного подхода к данной проблеме, который предполагает отказ от статистического управления технологическим процессом на основе обобщенных экспериментальных зависимостей и использует принципы динамической обучаемости и адаптации системы управления технологическим оборудованием к реальным условиям производства.

В последние годы сформировалось несколько самостоятельных подходов к решению данной проблемы, основанных на использовании методов искусственного интеллекта [1–5]:

- 1) применение технологии экспертных систем, предполагающей программно-алгоритмическую реализацию интеллектуальных функций;
- 2) применение технологии нейросетевых структур, предполагающей аппаратно-программную реализацию интеллектуальных функций.

Интеллектуальное управление процессом сверления с целью повышения точности и производительности обработки деталей возможно на основе использования функциональных семантических сетей, позволяющих осуществлять многокритериальную оптимизацию параметров технологического процесса и оснащения.

Функциональные семантические сети представляют собой логическую схему, описывающую функциональные взаимосвязи между аргументами совокупности математических зависимостей. В качестве такой совокупности могут выступать аналитические и (или) эмпирические зависимости, связывающие параметры технологического процесса и оснащения с суммарной погрешностью обработки [6].

Задача оптимизации на функциональной семантической сети заключается в определении параметров технологического процесса и оснащения, обеспечивающих:

- 1) минимум затрат, связанных с процессом обработки;
- 2) максимум производительности;
- 3) минимум суммарной погрешности обработки.

Таким образом, задача оптимизации параметров технологического процесса и оснащения на основе использования функциональной семантической сети может быть сведена к задаче [7]

$$\begin{cases} \Delta_{\Sigma}(\pi_1, \dots, \pi_i, \dots, \pi_n) \rightarrow \min; \\ C \rightarrow \min; \\ t_0 \rightarrow \min; \\ \pi_i \in [R_i], \end{cases} \quad (1)$$

где  $\delta$  – суммарная погрешность обработки, учитывающая  $n$  параметров технологического процесса и оснащения, мм;

$C$  – себестоимость выполнения технологического перехода, р;

$t_0$  – основное время обработки, мин;

$\pi_i$  –  $i$ -й параметр технологического процесса и оснащения;

$[R_i]$  – область ограничений  $i$ -го параметра.

Интеллектуальные системы, использующие функциональные семантические сети, обладают существенным преимуществом по сравнению с традиционными программными средствами. Возможность преобразования функциональных семантических сетей в последовательность вычисляемых функций позволяет автоматизировать процедуру поиска оптимальных параметров технологического процесса и оснащения. При этом для таких систем жесткий алгоритм отсутствует, а последовательность вычислений формируется самостоятельно программой в процессе решения поставленной задачи. Это существенно снижает требования к

квалификации конструктора, упрощает и ускоряет процесс поиска решения.

**Выводы.** Таким образом, для повышения эффективности управления процессом сверления с целью повышения точности и производительности обработки деталей при минимальных затратах предлагается использовать интеллектуальные системы, базирующиеся на технологиях функциональных семантических сетей, позволяющих осуществлять многокритериальную оптимизацию параметров технологического процесса и оснащения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Омтау, С. Нейроуправление и его приложения / С. Омтау. – М. : ИПРЖР, 2000. – Кн. 2. – 272 с.
2. Таунсенд, К. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ : пер. с нем. / К. Таунсенд, Д. Фохт. – М. : Финансы и статистика, 1990. – 320 с.
3. Кондаков, А. И. САПР технологических процессов : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Кондаков. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2010. – 272 с.
4. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / И. П. Норенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 336 с.
5. Галушкин, А. И. Теория нейронных сетей / А. И. Галушкин. – М. : ИПРЖР, 2000. – 348 с.
6. Пашкевич, В. М., М. Н. Миронова. Функциональные семантические сети для обеспечения точности механической обработки / Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2015. – 200 с.
7. Миронова, М. Н. Обобщенный критерий оптимизации режимов сверления отверстий / М. Н. Миронова, А. И. Ефременко // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апр. 2020 г. / Беларус.-Рос. ун-т ; редкол. : М. Е. Лустенков [и др.]. – Могилев, 2020. – С. 53-54.