

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Р. Д. МАЙНОВА¹, О. А. ГАВРИЛОВА²

¹rgntrd@gmail.com, ²eks9036@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)

Аннотация. Сегодня большое значение приобретают новые подходы к моделированию и оптимизации производственных процессов, в основе которых лежит применение новых методов интеллектуализации технических решений. Моделирование производственных или технологических процессов часто является базой для решения сложных наукоемких задач, которые требуют аналитических вычислений, нестандартных подходов, а также экспертных знаний и высокой квалификации специалистов. Разработка инновационных проектов в машиностроительной отрасли сопряжена с решением задач оптимизации технологий, а также с прогнозированием тех или иных параметров технологического процесса, которые необходимо учитывать при обработке различных типов деталей. Одним из ключевых инструментов, которые можно применять для поиска и прогнозирования наиболее рациональных (оптимальных) решений и параметров технологического процесса на сегодняшний день являются методы машинного обучения, например, нейросетевые алгоритмы. В условиях применения автоматизированных систем технологической подготовки производства, внедрения цифровых технологий в производственный процесс, нейросетевые алгоритмы являются наиболее универсальными методами математического моделирования для решения производственных задач, а потому данный подход является актуальным. В данной публикации рассмотрен вариант создания нейронной сети для прогнозирования значения шероховатости при различных режимах обработки на примере гидродробеструйного упрочнения поверхности детали из материала ВВ751П.

Ключевые слова: прогнозирование, машинное обучение, нейронная сеть, обработка деталей, технологический процесс.

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения конкурентоспособности предприятий машиностроительного комплекса при выпуске новых изделий на всех стадиях жизненного цикла необходимо рассматривать, в первую очередь, себестоимость, повышение качества изделия и его эксплуатационных характеристик [1]. Автоматизация технологических процессов, а также процессов принятия сложных технических решений в данном случае имеет первостепенное значение, в следствие чего растет потребность в создании автоматизированных инструментов, построении компьютерных моделей технологических процессов и в анализе полученных результатов. Трансформация индустриальных моделей в направлении внедрения цифровых технологий обеспечивает получение более «быстрых» решений, которые снижают производственные потери, обусловленные различными факторами, и обеспечивают гибкость в обрабатываемой промышленности.

Известно, что сегодня более 80% деталей (изделий) получают путем механической обработки [2]. Процесс формирования поверхностей деталей проходит на различных типах технологического оборудования. При таком подходе к обработке деталей, необходимо обеспечить требуемое качество поверхностного слоя детали, заданную шероховатость, применяя при этом обрабатывающий инструмент относительно простой конфигурации с заданными характеристиками долговечности, надежности и взаимозаменяемости [2].

Более того, эксплуатационные свойства деталей машиностроения, такие как, например, износостойкость, прочность, и другие характеристики, в значительной степени определяющие долговечность и надежность работы различных механизмов и узлов, зависят как от исходного состояния материала, из которого изготавливается деталь, так и от параметров качества поверхностного слоя деталей, которые получают в процессе обработки (твердости, шероховатости, остаточных напряжений и т.д.) [2,3].

При конструкторско-технологическом обеспечении производства параметры качества поверхности детали, которые определяют срок ее службы, прогнозируются в основном эмпирическим путем с применением различных методик обработки экспериментальных данных [3]. В данной публикации авторами предлагается применить современный подход к прогнозированию качества обрабатываемой поверхности детали, основанный на применении методов машинного обучения, а именно нейросетевых алгоритмов, что позволяет решать задачу выбора рациональных технологических режимов обработки и параметров обрабатывающего инструмента для достижения заданных показателей качества изготавливаемых деталей.

Кроме того, применение нейронных сетей для решения названной задачи позволяет не только ускорить процесс принятия решений при проектировании технологических процессов, но и повысить в перспективе производительность механической обработки, например, за счет использования баз данных параметров обработки, которые определяет нейросеть; а также обеспечить внедрение на производстве инновационных технологий, направленных на повышение эффективности процесса обработки деталей из различных материалов.

Обобщая сказанное, можно утверждать, что одной из важных задач машиностроительной отрасли сегодня – является производство высококачественной наукоемкой продукции, которое обеспечивает заданные параметры качества изделий и их высокие эксплуатационные свойства [3], а потому поставленная в публикации задача является актуальной.

ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Одним из путей решения технических и технологических задач, которые требуют анализа большого количества данных, формализации требований и построения моделей для их дальнейшей оптимизации и прогнозирования требуемых параметров, являются методы машинного обучения, в частности нейронные сети.

Нейросеть, обучаясь на примерах, способна обрабатывать информацию для дальнейшего решения схожих задач, а потому может стать альтернативой эмпирическим моделям и применяться для поиска оптимальных технологических решений. «Умение» нейронной сети решать конкретные технологические задачи, безусловно, ограничено выборкой данных, на которой она обучалась, а потому значительную долю работ, связанную с решением таких задач, занимает подготовка такой обучающей выборки.

В данной статье рассматривается вариант решения задачи прогнозирования значения шероховатости поверхностного слоя детали при различных режимах обработки при выполнении операции гидродробеструйного упрочнения на материале ВВ751П с помощью нейросетевого алгоритма. Моделирование и создание нейронной сети был использован математический пакет *Neural network toolbox* в среде *Matlab*.

Для решения задачи была применена простая нейросетевая модель – сеть с прямой связью (*Two layer feed forward neural network*) — это двухслойная нейронная сеть, в которой связи между нейронами не образуют циклов, поэтому информация, которая требуется для работы

сети, перемещается только в одном направлении от входных нейронов (через скрытые) к выходным. Такая структура позволяет аппроксимировать любую функцию с требуемой точностью. Модель нейронной сети, построенная в системе *Matlab*, представлена на рисунке 1.

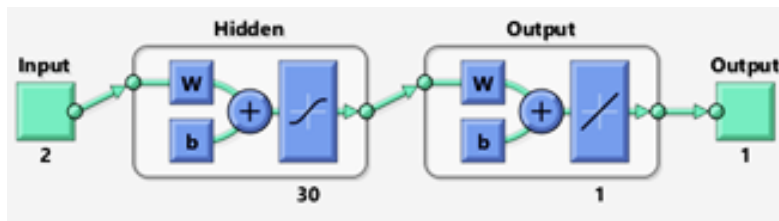


Рис. 1. Модель двухслойной нейронной сети с прямой связью.

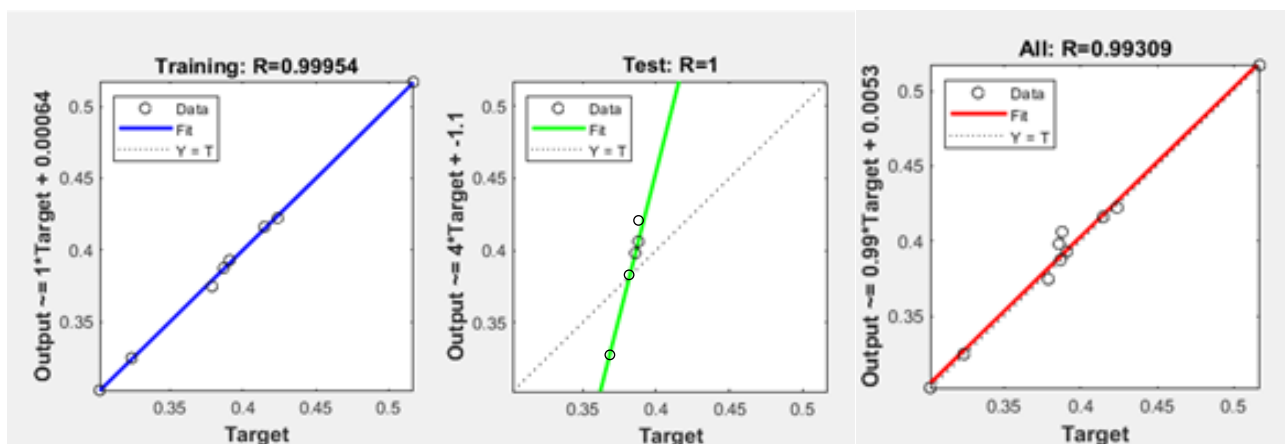
В таблице 1 приведен фрагмент обучающей выборки, данные из которой использовались для анализа работы нейросетевой модели.

Таблица 1

Фрагмент обучающей выборки для решения задачи прогнозирования значения шероховатости с помощью нейронной сети

№ образца	Давление, атм	<i>Ra</i> , мкм (до упрочнения)	<i>Ra</i> , мкм (после упрочнения)
1	0,7	0,287	0,324
2	1	0,353	0,386
3	1,3	0,436	0,517
4	0,7	0,351	0,388
5	1	0,350	0,391
6	1,3	0,350	0,379
7	1,5	0,364	0,387
8	1,2	0,293	0,302
...
<i>N</i>	2	0,311	0,424

Результаты работы нейронной сети – прогноз значений шероховатости в зависимости от режимов обработки представлен на рисунке 2.



а)

б)

в)

Рис.2. Результат прогнозирования с помощью нейронной сети
а) – обучающая выборка, б) – тестовая, в) – результат прогнозирования

По результатам машинного эксперимента получен прогноз по значениям шероховатости при выполнении операции гидродробеструйного упрочнения на материале ВВ751П (при различных режимах обработки) с точностью не менее 90%. Стоит также отметить, что эффективность прогнозирования параметров шероховатости в большей степени определяется полнотой производственных данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе выполнено прогнозирование шероховатости поверхности детали, на основании которого можно делать выводы о выборе оптимальных режимов обработки при разработке специализированных технологических процессов. В качестве модели для прогнозирования в данном случае целесообразно применять искусственные нейронные сети, которые способны реализовать значительный спектр функций без априорных допущений о законах их распределения и эмпирических зависимостей между параметрами режима обработки [4]. Применение нейросетей в данном случае объясняется простотой и эффективностью, так как основе их обучения может быть обеспечено более точное и оперативное получение искомым параметров в производственных условиях [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова О.А., Селиванов С.Г. «Вероятностно-рекуррентный метод оптимизации технологических процессов в авиадвигателестроении с использованием методов «мягких» вычислений» // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 1(62) С.53– 59.
2. Хавина И.П., Лимаренко В.В. «Оптимизация технологических процессов механообработки с применением нейронных сетей» // Системы обработки информации, 2015. – № 10(135). – С. 258–260.
3. Коршунов В.Я. Обеспечение качества поверхностного слоя деталей на основе прогнозирования рациональных структурно-энергетических параметров материала и технологических условий механической обработки: диссертация на соискание степени доктора технических наук : 05.02.08, 05.03.01.- зерноград, 2006.- 325 с.: ил. РГБ ОД, 71 07-5/84.
4. Кузнецова Т.И., Ганина Г.Э., Клементьева С.В. «Приоритеты российского машиностроения в свете новой индустриальной революции»// Гуманитарный вестник, 2017, вып. 1. DOI: 10.18698/2306-8477-2017-01-408.
5. Вороненко В. П., Рязанов Д. Ю., Горский С. С. «Повышение эффективности изготовления деталей типа тел вращения при нейросетевом управлении» // Технология Машиностроения №3 2010 г. с.49-52.

ОБ АВТОРАХ

МАЙНОВА Регина Дмитриевна, магистрант 1-го курса ИАТМ.

ГАВРИЛОВА Оксана Александровна, к.т.н., доцент каф. ТМ ИАТМ.

METADATA

Title: Approaches to solving technological problems by machine learning methods.

Affiliation: Ufa University of Science and Technology (UUST), Russia.

Email: ¹rgntrd@gmail.com, ²oks9036@yandex.ru.

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 1(27), pp. 65-68, 2023. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: In this publication, a variant of creating a neural network for predicting the roughness value under various processing modes is considered using the example of hydroblasting hardening of the surface of a part made of ВВ751P material.

About authors:

MANOVA Regina D., 1st-year Master's student of the Department of Mechanical Engineering Technology

GAVRILOVA Oksana A., PhD, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology