

ХУЗИН РУСЛАН ИЛЬДАРОВИЧ
СЕЛИВАНОВ СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

Уфимский государственный авиационный технический университет
khuzinrus@yandex.ru

**НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВКУ
ПРОИЗВОДСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРУБ**

В данной статье рассмотрен метод определения норм времени для формирования плана технологической подготовки производства с помощью математических моделей с применением статистических данных и линий регрессии.

Ключевые слова. Сеть Петри, нормы времени, линии регрессии, математическая модель АСТПП.

В данной публикации разработан метод применения имитационных моделей в виде сетей Петри (рис.1) для планирования технологической подготовки машиностроительного производства и разработки инновационных проектов. Для успешного практического применения этих моделей необходимо знать длительность всех работ, входящих в состав инновационного проекта.

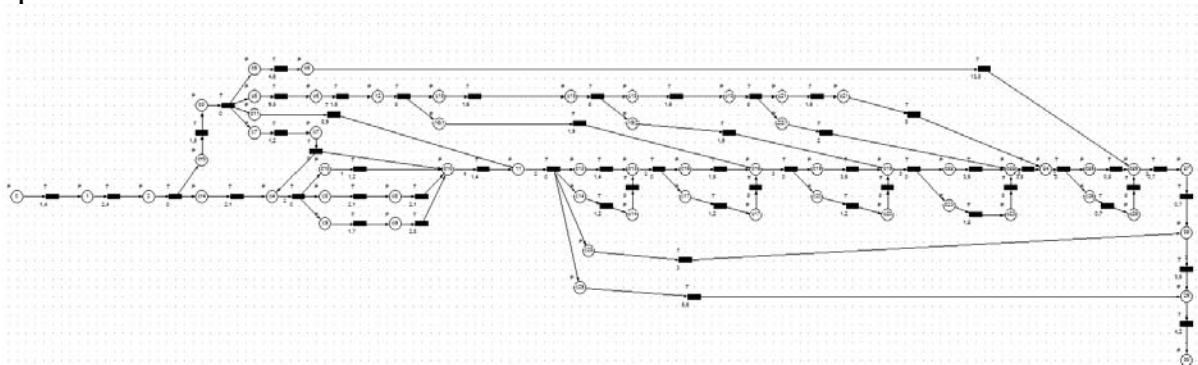


Рисунок 1 - Имитационная сеть Петри, примененная к проекту технического перевооружения производства

Чаще всего для этого применяются таблицы норм времени, представленные в справочниках, однако они существуют не для всех видов работ и не учитывают специфику производств на различных предприятиях. Альтернативным решением является разработка и применение, на основе статистических и справочных данных, специально разработанных для нормирования инновационных проектов математических моделей, представляющих собой линии регрессии следующего вида (рис.2):

Таблица 1 - Математические модели для расчета норм времени на выполнение проектных работ по технологической подготовке производства автомобильных труб

<i>№</i>	<i>Нормы времени на разработку технологических документов, час</i>	<i>Уравнение линии регрессии</i>	<i>Величина достоверности аппроксимации, R^2</i>
<i>1</i>	<i>(2)</i>	<i>(3)</i>	<i>(4)</i>
1	Нормы времени на разработку технологических документов раскроя и отрезки заготовок:	(x – количество размеров чертежа)	
	Отработка конструкции деталей на технологичность	$t_{ст(эт)} = 20,251 \cdot x^{1,1142}$	0,9972
	Разработка маршрутных карт	$t_{ст(эт)} = 1,1341 \cdot e^{5,0292x}$	0,9883
	Разработка карт технологического процесса раскроя и отрезки заготовок	$t_{ст(эт)} = 18,772 \cdot x^{1,2826}$	0,9972
	Разработка без текстовых операционных карт	$t_{ст(эт)} = 63,755 \cdot x^{1,5638}$	0,9955
	Разработка карты эскизов	$t_{ст(эт)} = 36,401 \cdot x^{1,1934}$	0,9958
	Разработка типовых операционных карт	$t_{ст(эт)} = 20,237 \cdot x^{1,2665}$	0,9961
	Разработка маршрутных карт для типового технологического процесса	$t_{ст(эт)} = 185,58 \cdot x^2 - 128,19 \cdot x + 26,416$	0,9963
2	Нормы времени на разработку технологических документов обработки деталей на одно- и многошпиндельных автоматах	(x – количество размеров чертежа)	
	Разработка операционных карт обработки	$t_{ст(эт)} = 0,089 \cdot x^{2,0348}$	0,9981
	Разработка операционных карт обработки на автоматах продольного точения	$t_{ст(эт)} = 0,0637 \cdot x^{2,3853}$	0,9974
	Разработка операционных карт групповой наладки на многошпиндельных и одношпиндельных автоматах на группу деталей	$t_{ст(эт)} = 0,0704 \cdot x^{2,0638}$	0,9986

Продолжение табл. 1

1	(2)	(3)	(4)
3	Нормы времени на разработку технологических документов на механическую обработку деталей	X – количество размеров чертежа	
	Отработка конструкции детали на технологичность	$t_{\text{ст(эт)}} = 22,851 \cdot x^{1,0712}$	0,9976
	Разработка маршрутной карты	$t_{\text{ст(эт)}} = 3,535 \cdot x^{1,1315}$	0,9957
	Разработка операционных карт механической обработки	$t_{\text{ст(эт)}} = 3,1067 \cdot x^{1,9891}$	0,9883
	Разработка без текстовых операционных карт	$t_{\text{ст(эт)}} = 4,4206 \cdot x^{1,1321}$	0,9988
	Разработка карты эскизов	$t_{\text{ст(эт)}} = 7,5208 \cdot x^{1,1729}$	0,9987
	Разработка маршрутной карты для типового технологического процесса	$t_{\text{ст(эт)}} = 4,0515 \cdot x^{1,0242}$	0,9988
	Разработка типовых операционных карт механической обработки	$t_{\text{ст(эт)}} = 3,3004 \cdot x^{0,9725}$	0,9989
4	Нормы времени разработки технологических документов на термическую обработку	(x – количество размеров чертежа)	
	Отработка конструкции детали на технологичность	$t_{\text{ст(эт)}} = 121,87 \cdot x^2 + 78,77 \cdot x - 1,8353$	0,9861
	Разработка маршрутной карты термической обработки	$t_{\text{ст(эт)}} = 2,0205 \cdot e^{2,6286X}$	
	Разработка карты технологического процесса термической обработки	$t_{\text{ст(эт)}} = 1,5673 \cdot e^{1,6861X}$	0,9757
	Разработка карты технологического процесса термообработки ТВЧ	$t_{\text{ст(эт)}} = 1,867 \cdot x^{2,3644}$	0,9985
	Разработка карты эскизов	$t_{\text{ст(эт)}} = 107,63 \cdot x^{1,2745}$	0,9887
	Разработка карты типового технологического процесса термической обработки	$t_{\text{ст(эт)}} = 5,7571 \cdot x^2 + 1,4757 \cdot x + 1,4344$	0,9722
	Разработка ведомостей деталей к типовому технологическому процессу термической обработки с нагревом ТВЧ	$t_{\text{ст(эт)}} = -9,7029 \cdot x^2 + 72,337 \cdot x - 20,673$	0,9965
	Разработка операционных карт термической обработки с нагревом ТВЧ	$t_{\text{ст(эт)}} = 16,973 \cdot e^{0,4299X}$	0,9752

Окончание табл. 1

1	(2)	(3)	(4)
5	Нормы времени на разработку технологических документов для нанесения защитных покрытий электрофизическими и электрохимическими методами	x – количество операций	
	Отработка конструкции деталей на технологичность	$t_{\text{ст(эт)}} = 8,9738 \cdot \ln(x) + 24,674$	0,9883
	Нормы времени на разработку технологических документов для нанесения электрохимическими и электрофизическими методами защитных покрытий	$t_{\text{ст(эт)}} = 1,8846 \cdot x^{1,2174}$	0,9884
	Разработка карты типового технологического процесса нанесения химических и электрохимических покрытий	$t_{\text{ст(эт)}} = -0,1148 \cdot x^2 + 4,0099 \cdot x - 9,2326$	0,9885
	Разработка ведомости деталей к типовому техпроцессу нанесения химических и электрохимических покрытий	$t_{\text{ст(эт)}} = 15,68 \cdot \ln(x) - 18,505$	0,9873
	Разработка маршрутной карты электрофизических и электрохимических методов обработки	$t_{\text{ст(эт)}} = 13,693 \cdot \ln(x) - 1,0299$	0,9812
	Разработка операционных карт на электрофизические методы обработки	$t_{\text{ст(эт)}} = 1,7167 \cdot x^{1,2016}$	0,9858
	Разработка карты эскизов	$t_{\text{ст(эт)}} = 16,032 \cdot \ln(x) + 19,058$	0,9982

Здесь T - это уравнение линии регрессии, а R – величина достоверности аппроксимации. Разработка данных моделей является важным шагом для обеспечения достоверности ранних этапов технологической подготовки производства. В таблице 1, приведены специальные математические модели для разработки проектной документации технологических процессов изготовления автомобильных труб. Аналогичным образом были определены нормы времени и для разработки проектной технологической документации на литейные операции, горячую штамповку и ковку:

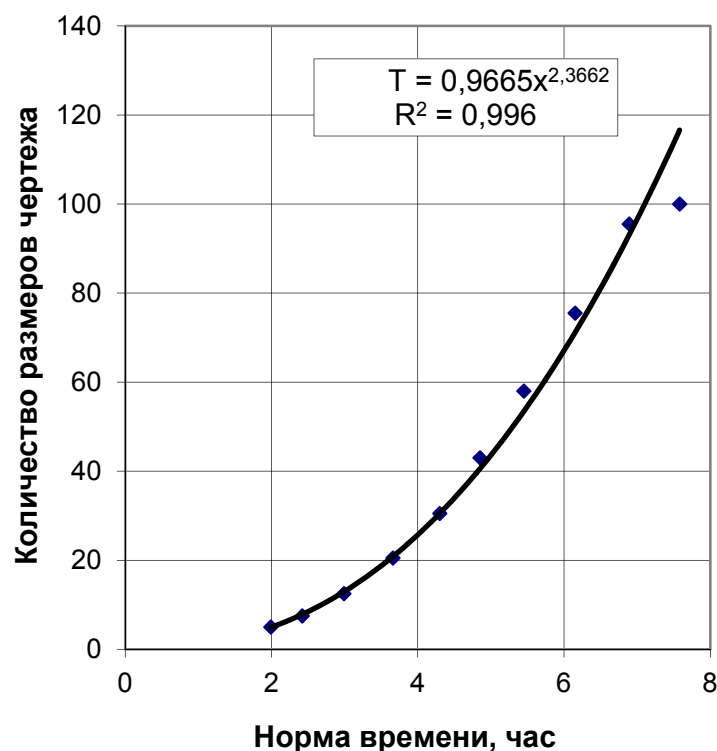


Рисунок 2 - Пример зависимости для определения норм времени на разработку технологической документации на ковку и горячую штамповку

Заключение

Полученные данные могут быть использованы в качестве типовых норм для других проектов технологической подготовки производства и других методов планирования инновационных проектов, а именно для сетевых графиков, графиков Ганнта, для имитационных сетей. Обеспечиваемая полученными математическими моделями точность (подтверждена величиной достоверности аппроксимации), что обеспечивает обоснованность применения данного метода для определения норм времени в инновационных проектах технического перевооружения производства на машиностроительных предприятиях.