

КОМПЛЕКС НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н.Н. ПОПОК

***Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь***

Рассмотрены теории технологии машиностроения, включающие определение организационно-технологических и физических ее характеристик, приведены математические зависимости для расчета степени мобильности производств и сложности изделий, формирования модулей технологических процессов и оснастки, описания обобщенных схем формообразования и резания, а также технологии проектирования с использованием 3D-печати макетов, скоростной обработки и ионно-плазменного упрочнения и синтеза изделий.

Развитие машиностроительного производства основывается на научных теориях технологии машиностроения, которые обосновывают реализацию различных этапов жизненного цикла машиностроительных изделий – от подготовки производства до, собственно, их производства, эксплуатации и утилизации. Каждому из этих этапов посвящено множество научных работ ученых и практиков, специализирующихся в той или иной области машиностроения.

На современном этапе развития науки и производства реализуются концепции конвергенции и устойчивого развития, которые предполагают сближение естественных и философских наук и разумный баланс цивилизации и природы: отсюда – НБИК-технологии, дигитализация, кастомизация и другие решения по совершенствованию производств, что в полной мере относится и к технологии машиностроения. Конечно, «нельзя объять необъятное», однако попытки «сквозного» теоретического обоснования технологии машиностроения могут быть предприняты, что, собственно, делалось и делается многими учеными.

Не претендуя на полноту таких обобщений, некоторые теории технологии машиностроения, разрабатываемые на кафедре технологии и оборудования машиностроительного производства «Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой», представлены в настоящем материале.

1. Теория мобильного производства

Направлена на решение организационно-технологических задач производства и выпуска изделий изменяющейся номенклатуры и в небольшом количестве; предусматривает мониторинг базового производства и быструю с минимальными затратами его реорганизацию. При этом оценивается степень мобильности производства с учетом ранее предложенных построений типовых, групповых, модульных и гибких технологий (рисунок 1).

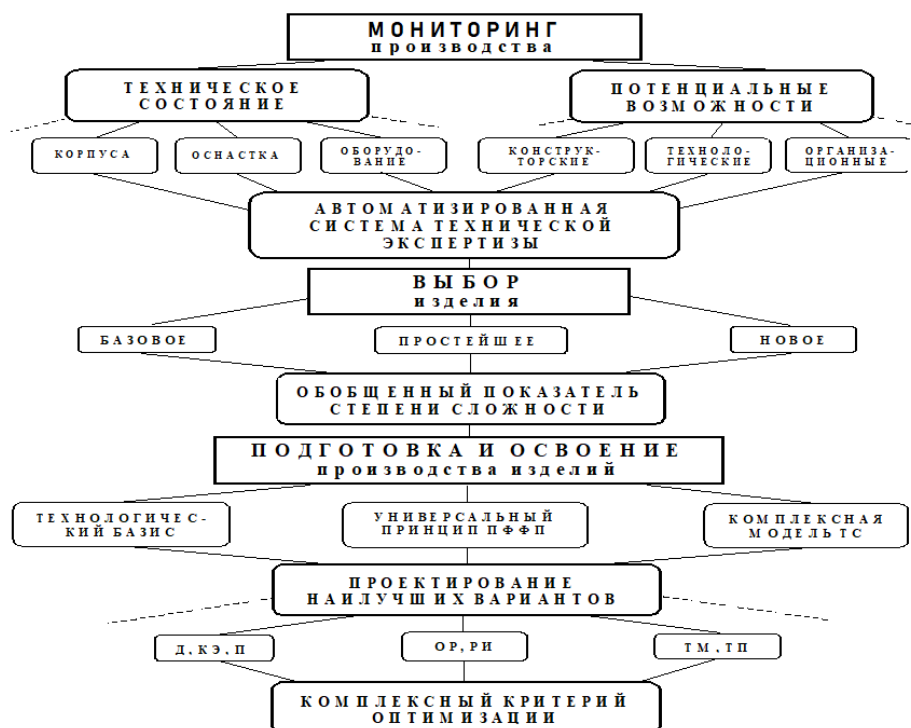


Рисунок 1. – Структурная модель мобильного развития многономенклатурного производства машиностроительных изделий

Мобильность производства определяется по формуле:

$$Q_M = \frac{\Delta Q}{\Delta t \cdot \Delta z},$$

где Q_M – показатель мобильности производства, ΔQ – отклонение степеней сложности нового Q_H и базового Q_B вариантов получения изделия, Δt – потери времени, Δz – материальные и финансовые затраты.

2. Теория сложности предусматривает введение показателей конструктивной, технологической и функциональной сложности изделий, методику оценки возможностей производства по степени сложности базовых и новых изделий. Показатель степени сложности изделия, в частности станка, предлагается определять по формуле:

$$Q_{II} = G_{cc} \cdot K_k \cdot K_H \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_z \cdot K_u,$$

где G_{cc} – группа структурной сложности изделия; K_k – коэффициент концептуальной сложности; K_H – коэффициент новизны решений; K_M – коэффициент изменения массы изделий; K_B – коэффициент изменения габаритной высоты изделия; K_z – коэффициент изменения эксплуатационных характеристик изделия; K_u – коэффициент изменения условий испытательной технологии.

Теория основывается на действующих стандартах по качеству изделий, их технологичности, степени сложности заготовок и т.п.

3. Теория технологических модулей включает обоснование вида обработки, материалов заготовки и инструмента и режима резания при получении конструктивного элемента и поверхности детали. Вводится классификация изделий и конструктивных

элементов, для которых разрабатываются базы данных: по сути технологических переходов, реализуемых на современных станках с ЧПУ (таблица 1).

Таблица 1. – Технологический модуль (пример)

Наименование № п/п	КЭ и П		ПР		БР		ОР	МК		МЗ		РР		
	Форма	Матриал	Форма	Материал	Ф, мм	к, шт		Ф, мм	к, шт	Ф, мм	к, шт	ν, м/мин	S, мм/об	t, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Цилиндр	Сталь 45	5гр	T15K6	20	1	Обтачивание		1	20	1	150	0,6	2
2	Плоскость	Сталь 45	5гр	T15K6	16	12	Фрезерование	160	1	16	12	200	0,1	0,5

4. Теория базирования, развивающая и дополняющая ГОСТ 21495-76 в части систематизации, формализации и автоматизации процедур установки (базирование и закрепление) заготовок, смены баз в субтрактивном и аддитивном производствах (рисунок 2).

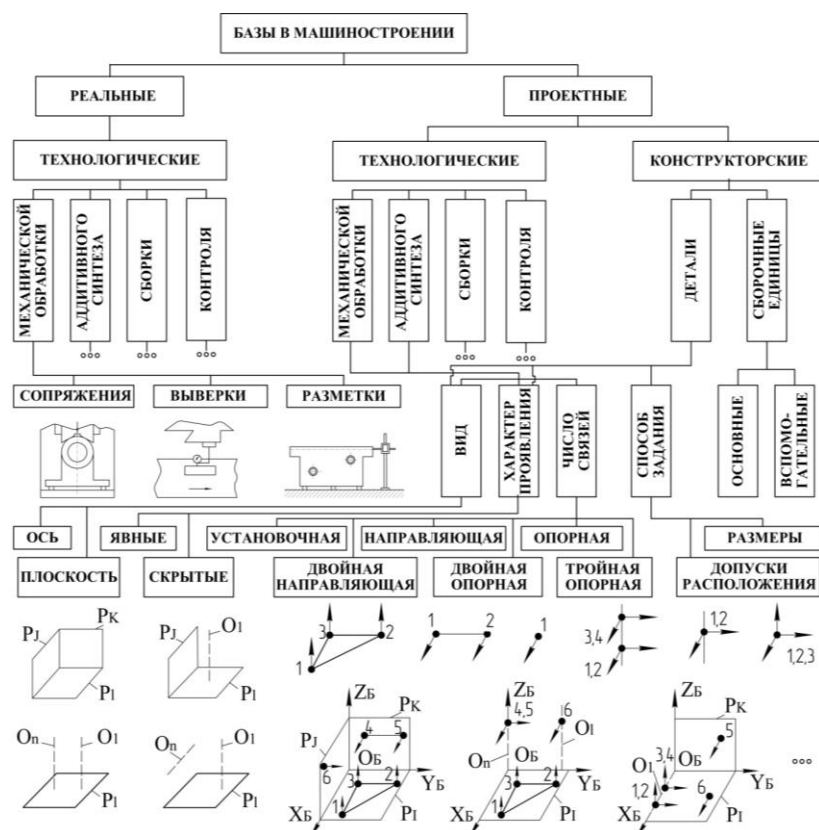


Рисунок 2. – Классификационные схемы баз в машиностроении

Рисунок 3. – Схема формирования поверхности

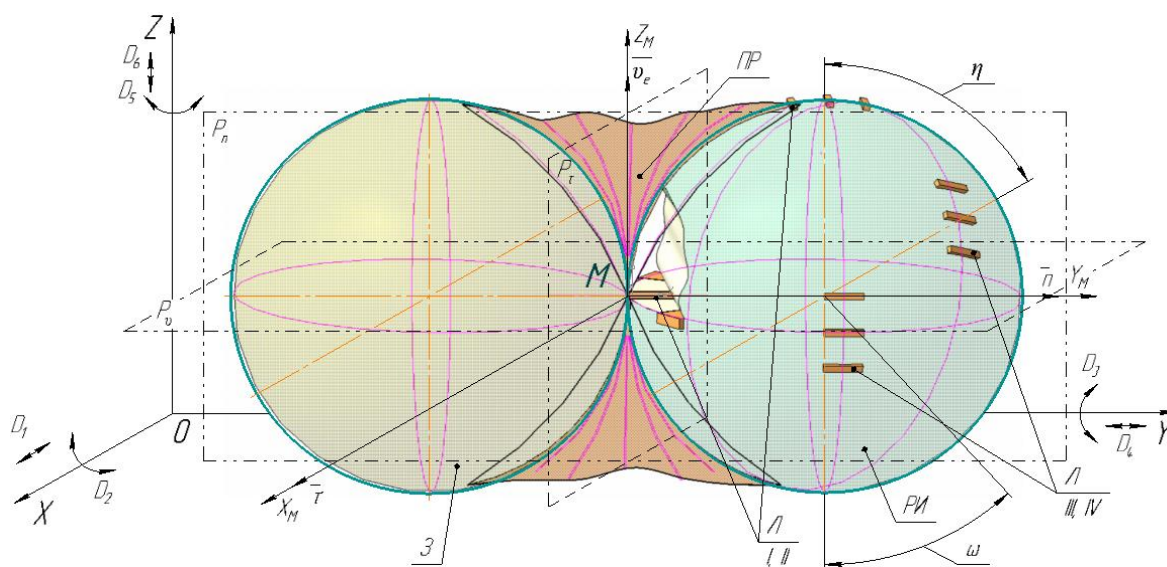
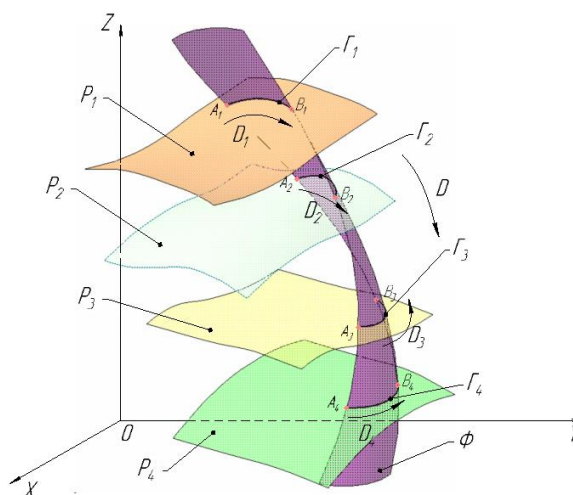


Таблица 2. – Варианты сочетаний значений характеристик формируемой поверхности

104

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6
7	1	1	0	110	Конусно-спиральная поверхность
8	1	1	1	111	Кольцевая криволинейная функциональная поверхность

6. Теория проектирования многофункциональной технологической оснастки, включающая граф формирования модульной конструкции (рисунок 5), проектирование блочно-модульных режущих инструментов (БМРИ) различного назначения, в том числе «обтекаемых» конструкций и 3D-макетов БМРИ. Конструкция БМРИ на уровне модулей определяется совокупностью:

$$P_1 = \bigcup_{i=1}^3 x_i = \bigcup x_1 \bigcup x_2 \bigcup x_3 = \bigcup_{i=1}^{npx1} x_{1i} \bigcup_{i=1}^{npx2} x_{2i} \bigcup_{i=1}^{npx3} x_{3i}$$

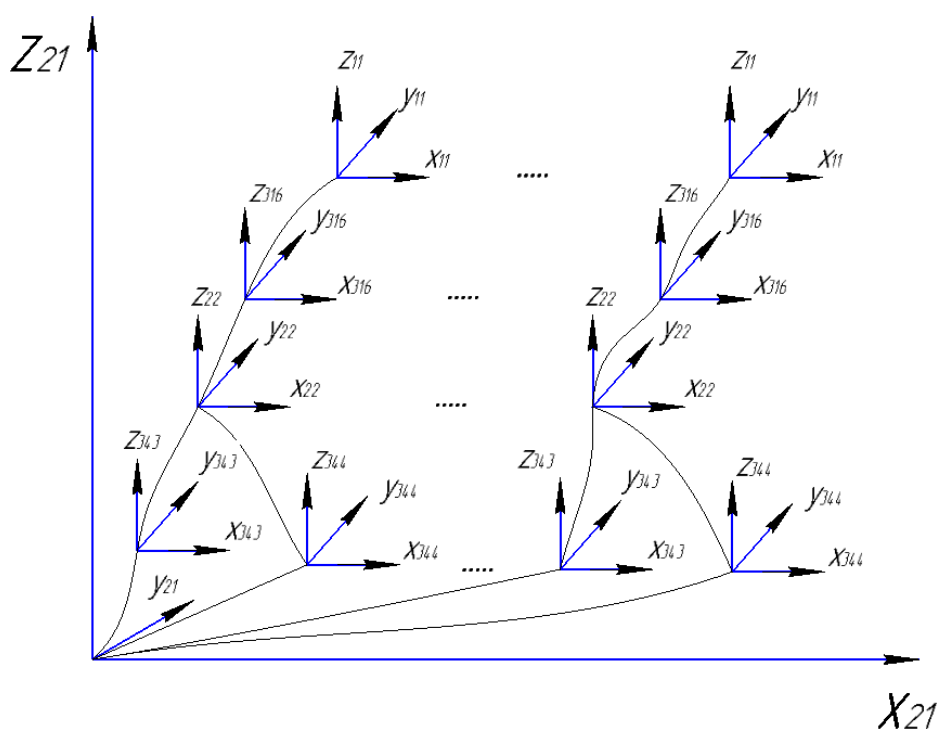


Рисунок 5. – Граф координатных систем элементов БМРИ

7. Теория скоростной обработки на универсальных станках и станках с ЧПУ, обосновывающая использование вращающихся инструментов со значениями линейной скорости резания выше традиционных и позволяющая за счет касательного движения крутонаклонной режущей кромки увеличить производительность обработки сложнопрофильных поверхностей деталей и повысить эффективность использования мощности приводов станков.

8. Теория уравнивания стойкости различных типов режущих инструментов в магазинах станков с ЧПУ за счет регулирования количества БМРИ и размеров партий обрабатываемых деталей, сокращения вспомогательного времени на замену, дефектацию и настройку режущих инструментов.

9. Теория ионно-плазменного упрочнения изделий, включающая методику формирования поверхности основы под покрытие покрытия, моделирование тепловых и деформационных явлений в поверхностных слоях изделий при различных технологических переходах формообразования поверхностей и нанесения покрытий.

10. Теория аддитивных производств основывается на предлагаемой теории базирования, 3D-моделировании и печати, позволяющей разрабатывать технологические процессы получения изделий в автоматизированном режиме.

Предлагаемые отдельные теории технологии машиностроения позволяют при комплексном подходе к организации производства новых изделий выбрать оптимальное техническое решение.