

## Probleme der Nutzung der Rechentechnik in der Projektierung

Valentina Naginskaja

Eines der Hauptziele des Bauhauses war die allseitige technische Bildung schöpferisch begabter Menschen zur Schaffung einer hohen Qualität architektonisch-künstlerischer Lösungen im Bauwesen. Es ist klar, daß der technische Bildungsstand von Spezialisten auf jeder Entwicklungsstufe dem jeweiligen Niveau der Wissenschaft entsprechen muß.

Die technische Grundlage für die derzeitige Etappe des wissenschaftlich-technischen Fortschritts ist die Rechentechnik, die neue qualitative Möglichkeiten für die Informationsverarbeitung bietet. Da die Projektierung einen Prozeß ununterbrochener Sammlung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen darstellt, ist die Anwendung der Rechentechnik eine Notwendigkeit zur Intensivierung des Projektierungsprozesses.

Die Erhöhung der Projektierungsqualität und der technisch-ökonomischen Grundlagen der gewählten Lösung werden durch die Vorzüge einer systematischen Arbeitsweise und die Anwendung der Rechentechnik erreicht; insbesondere die Berücksichtigung einer großen Zahl von Faktoren im Prozeß der Erarbeitung der Lösung, die Erzielung einer Vielzahl von Varianten, die objektiven Methoden ihrer Bewertung.

Die Variantenprojektierung ist eine der Hauptreserven zur Erhöhung der Effektivität und der Qualität des Bauens. Es ist offensichtlich, daß die Variantenprojektierung besonders bei solchen Objekten angewendet werden muß, bei deren Bau Ressourcen in erheblichem Maße verbraucht werden.

Die traditionellen, nicht automatisierten Methoden der Projektierung gestatten keine allseitige Durcharbeitung im notwendigen Umfang, da das eine bedeutende Vergrößerung des Arbeitsaufwandes und eine Verlängerung der Projektierungszeit bedeuten würde. Reale Grundlagen zur Durchführung der Variantenprojektierung sind die gegenwärtigen Methoden der Analyse und Bewertung von Projektlösungen; elektronische Rechner mit entwickelten peripheren Geräten für den Mensch-Maschine-Dialog und die Erarbeitung der Projektdokumentation; Datenbanken, die nach typologischem Prinzip geordnet sind.

Eine wichtige Aufgabe ist auch, eine erhebliche Verkürzung der Projektierungszeiten und eine Verminderung der eingesetzten Projektanten zu erreichen. Der Umfang der Projektierungs- und Forschungsarbeiten wächst in der UdSSR von Jahr zu Jahr. Die Investitionen in der Volkswirtschaft erhöhen sich in einem Fünfjahrplanzeitraum um 18 bis 20%. Gleichzeitig nimmt auch die Kompliziertheit der Bauobjekte zu. Das ist bedingt durch die größeren Maßstäbe von Gebäuden und Anlagen, den Umfang und die Kompliziertheit der technischen Ausrüstungen, die spezifischen Bedingungen der Rekonstruktion, die Integration verschiedener Objekte und Elemente der Infrastruktur zu einem einheitlichen Komplex. Eine solche Tendenz besteht für die Zukunft ebenfalls. Aber da die Zahl der Projektierungsspezialisten nicht proportional zum Umfang der Bau- und Montagearbeiten zunehmen kann, muß die Durchführung der zusätzlichen, ständig an Umfang zunehmenden Arbeiten durch Erhöhung der Arbeitsproduktivität geschafft werden.

Die Verwendung von Rechenautomaten im Komplex mit anderen technischen Mitteln erlaubt es, die Projektierung auf ein neues qualitatives Niveau zu heben. Sie gibt die Möglichkeit, Störquellen im Bereich der Bauproduktion zu beseitigen. Ein störender Widerspruch ist das Mißverhältnis zwischen den wachsenden Größen der Objekte und deren Kompliziertheit einerseits und den traditionellen, wenig produktiven Projektierungsmethoden andererseits.

Ein anderer Widerspruch besteht im nicht entsprechenden „Maschinenniveau“ benachbarter Gebiete der Projektierungstätigkeit: vorgefertigter Baukonstruktionen, industrieller Baumethoden, automatisierter Prozesse.

In Verbindung mit den genannten Aufgaben – das sei hier am Rande vermerkt – ist die Frage nach der Ausbildung künftiger Architekten zur Nutzung mathematischer Methoden und von elektronischen Rechnern in der Projektierung sehr aktuell.

Bei den Versuchen, den architektonischen Projektierungsprozeß zu automatisieren, ergaben sich für die Forscher große theoretische Schwierigkeiten. Das Grundproblem war das Fehlen einer ausgearbeiteten Projektierungstheorie.

Eine bedeutende Schwierigkeit für die Automatisierung besteht in dem Umstand, daß bei der Projektierung mit traditionellen Methoden die Wahl einer Variante vielfach von den persönlichen Erfahrungen des Projektanten oder des Projektierungskollektivs abhängt, seinen subjektiven Beurteilungen, der Übereinstimmung von Meinungen, Traditionen u. a. Deshalb gehören die Aufgaben, die in den frühen Phasen der Projektierung gelöst werden, zu den schöpferischen.

Die Vorstellung über die frühen Phasen der Projektierung als höchst schöpferischem Prozeß führte zu der Meinung, daß in diesen Phasen eine automatengestützte Projektierung kompliziert ist und daß eine Formalisierung dieses Prozesses und seine Automatisierung nicht möglich sei. Es existiert aber auch ein anderer, entgegengesetzter Standpunkt, dessen Verfechter überzeugt sind, daß alle Projektierungsprozesse logisch zu beschreiben und mit Hilfe der Rechentechnik zu lösen sind. Die Teilnahme des Menschen am Projektierungsprozeß ist demnach nur in den Etappen der Analyse, der Festlegung der Ausgangsdaten und der endgültigen Variantenauswahl notwendig.

Im Ergebnis der mehr als zwanzigjährigen Forschungen zu diesem Problem wurde in Diskussionen und durch praktische Erfahrungen eine Position erarbeitet, die beide Standpunkte vereinigt. Man gelangte zu der Einsicht, daß es sinnlos ist, Methoden auszuarbeiten, die nicht die Besonderheiten des Prozesses menschlicher Entscheidungen und die Möglichkeit der Informationsverarbeitung durch den Menschen einschließen. Der Übergang von der Ausarbeitung von Systemen, in denen mathematische Methoden und technische Geräte die dominierende Rolle spielen, zur Ausarbeitung von Systemen, die auf menschliche Entscheidung orientieren, charakterisiert die gegenwärtige Etappe der Entwicklung der automatengestützten Projektierung.

Es ist klar, daß bei der Lösung architektonisch-baulicher Aufgaben in den frühen Phasen der Projektierung Logik und Intuition notwendig sind. Weitgespannt sind die Ideen, Erkenntnisse und Eigenschaften, die in einem Objekt zusammenfließen müssen. Sie sind schwer zu formulieren und mathematisch zu beschreiben. Nicht selten aber haben gerade sie Einfluß auf die Wahl von Projektlösungen. Außerdem muß man ins Gedächtnis rufen, daß in den frühen Phasen der Projektierung nicht die notwendige Menge objektiver Informationen vorhanden ist. Sie wird durch Erfahrungen und Intuition ersetzt, „die Informationsbarriere wird überschritten“. Das beweist, daß man den Menschen im Projektierungsprozeß nicht in die Rolle eines passiven Teilnehmers drängen darf. Er ist immer Träger sozialer, ökonomischer und technischer Ideen. Die Nutzung dieser Ideen bei der Formung der künstlichen Umwelt des Menschen erfolgt im Prozeß der architektonisch-baulichen Projektierung. Gleichzeitig ist offensichtlich, daß in den frühen Phasen der Projektierung auch eine bestimmte Zahl von Operationen notwendig ist, die mit Hilfe konkreter Rechnungen effektiv gelöst werden können.

Betrachtet man von dieser Position aus die frühen Phasen der Projektierung von Industriegebäuden, so kann man als nicht formalisierbare Eigenschaften, die Einfluß auf die Lösung haben, solche Charakteristika der architektonisch-künstlerischen Gestaltung des Gebäudes nennen wie die Übereinstimmung des Gebäudes mit den Vorstellungen über die Bedeutung der Arbeit in unserer Gesellschaft, die Übereinstimmung mit der Gestaltung bestehender städtischer Bebauung oder der natürlichen Umwelt.

Beispiele von Operationen, die auf der Grundlage genauer Berechnungen durchgeführt werden können und die dem Spezialisten objektive Informationen zur Lösung der Aufgabe bieten, sind Kostenermittlungen in Abhängigkeit von Änderungen der Parameter, der Länge der Transportwege und Rohrleitungen bei unterschiedlicher Anordnung der Produktionsräume.

Die Mehrzahl heutiger Systeme und Methoden der automaten-gestützten Projektierung ist aufgebaut auf der Grundlage formaler und nicht formaler Operationen im Mensch-Maschine-Di-alog. Dabei gebührt dem Menschen, wie in allen Mensch-Maschine-Systemen, die führende Funktion.

Es muß festgestellt werden, daß man den Projektierungsprozeß nicht in Operationen unterteilen darf, die nur vom Menschen oder nur von der Maschine ausgeführt werden. Der Computer kann nur solche Operationen ausführen, die analytisch beschrieben sind. Alles, was nicht in einer Programmiersprache ausgedrückt werden kann, muß der Projektant erarbeiten.

Entsprechend dem Niveau der wissenschaftlichen und technischen Basis der Projektierung wächst der Teil der Projektierungsoperationen, der früher vom Menschen ausgeführt und jetzt der Maschine übertragen wurde. Aber man darf sich den Prozeß der Entwicklung der automaten-gestützten Projektierung nicht einfach als Verminderung der vom Menschen realisierten Projektierungsschritte und der Vergrößerung der Zahl der von Maschinen ausgeführten Operationen vorstellen.

Das Anwachsen des Umfanges der automaten-gestützten Projektierung führt nicht zum völligen Ersatz des Menschen durch die Maschine oder zur Verringerung seiner Rolle im Produktionsprozeß. Folge des erhöhten Computereinsatzes in der Projektierung ist nicht nur die Befreiung des Menschen von Routinearbeit, sondern auch die Ausweitung des Gebietes, auf dem Entscheidungen auf der Grundlage genauer Berechnungen getroffen werden können. Das erlaubt den Spezialisten, die ihnen gestellten Aufgaben qualitativ-voller zu lösen.

Die Nutzung elektronischer Rechner in der architektonischen Projektierung erfolgt gegenwärtig in zwei Richtungen:

- Ermittlung der besten Lösungen
- Durchführung arbeitsaufwendiger, nicht schöpferischer Operationen.

Zur ersten Richtung gehört die Variantenprojektierung. Die Automatisierung dieses Prozesses bietet praktisch unbegrenzte Möglichkeiten zur Lösung eines weiten Aufgabenfeldes der architektonischen Projektierung: Ermittlung rationaler räumlich-planerischer Parameter von Wohn-, Gesellschafts- und Industriebauten, Wahl ihrer architektonisch-kompositorischen und künstlerischen Lösungen, detaillierte Ausarbeitung aller Elemente des Projektes.

Der Vorzug der automaten-gestützten Projektierung besteht in der Erlangung einer Vielzahl von Varianten ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand und deren objektive Bewertung. Außerdem erschließt die Rechentechnik dem Architekten Möglichkeiten, die er bisher nicht hatte und die bei Verwendung traditioneller Modelle und Zeichnungen nicht anwendbar sind. Beispielsweise kann er, ohne daß er eine Perspektive auf das Papier zeichnet, auf dem Bildschirm des Displays das Aussehen des Objektes von verschiedenen Standpunkten aus betrachten. Dabei kann auch der Verzerrungskoeffizient des Beobachtereindrucks erfaßt werden: wie verbindet sich das Gebäude mit der es umgebenden Bebauung oder der Landschaft, wie sieht es aus dem Fenster eines fahrenden Automobils aus usw.

Die effektivste Form der Arbeit mit dem Computer ist der aktive Dialog. Dabei leitet der Mensch den Projektierungsprozeß — er selbst arbeitet die Varianten der Projektlösung aus und bestimmt

die Richtung der automatisierten Variantenauswahl, danach erfolgt ihre weitere Korrektur und Auswahl. Die Maschine übermittelt dem Projektanten operativ nach seinem Abruf alle notwendigen Daten. Beim Dialog kann der Projektant unmittelbar auf dem Schirm des Displays oder auf Papier in Form einer Skizze arbeiten, die in die Maschine mit Hilfe einer Spezialeinrichtung eingegeben wird.

Zur anderen Richtung der Nutzung der Rechentechnik in der Projektierung gehört die Automatisierung von Berechnungen und grafischen Arbeiten. Auf dem Rechner lassen sich alle Arten von Berechnungen durchführen, die im Rahmen der architektonischen Projektierung notwendig sind und deren Ergebnisse die Form der Objekte und die Art der Konstruktion beeinflussen: wärmetechnische, akustische, lichttechnische Berechnungen und Berechnungen der Besonnung von Räumen und von Mikrorayons. „Von Hand“ durchgeführt sind diese Berechnungen sehr arbeitsaufwendig, besonders unter komplizierten Bedingungen (mehrschichtige Außenwandkonstruktionen, nicht stationäre Wärmeflüsse, besondere Anforderungen an die Akustik usw.). Das ist die Ursache dafür, daß sie im traditionellen Projektierungsprozeß nicht immer durchgeführt werden, ungeachtet dessen, daß die Nutzung der Ergebnisse solcher Berechnungen zu einem bedeutenden ökonomischen und sozialen Effekt führt.

Die Zeichnungen bilden 80 % der Projektdokumentation. Deshalb ist ihre Anfertigung auf automatische Weise eines der aktuellsten Probleme der Forschung.

Zur Realisierung dieser Aufgaben wurden in der UdSSR Systeme der automaten-gestützten Projektierung (SAPR) und Methoden ausgearbeitet, die einzelne Projektierungsoperationen und -arbeiten ausführen.

Eine der ersten technologischen Linien der automaten-gestützten Projektierung (TLP) von Bauobjekten in der UdSSR war die technologische Linie zur Projektierung von Plattenbauten des Wohnungsbaus. Die Linie wurde in Kiew ausgearbeitet und wird dort genutzt.



1 Moskauer Bauingenieurinstitut W. W. Kuibyschew. Ausbildung in der elektronischen Rechentechnik am Lehrstuhl für angewandte Mathematik

Die Anwendung des Systems über einen längeren Zeitraum ergab eine hohe Effektivität, die durch folgende Kennwerte unterstrichen wird:

- Senkung der allgemeinen Selbstkosten des Projektierungsobjektes um 3–8 %,
- Senkung der Vorfertigungskosten für die Elemente um 3–8 %,
- Senkung der Elementzahl von 350–500 auf 18–120,
- Senkung des allgemeinen Arbeitsaufwandes um 8–12 %,
- Senkung des Vorfertigungsaufwandes um 15–35 %.

Eine charakteristische Eigenschaft der TLP ist ihre Eignung zur Variantenprojektierung der Raumlösungen von Wohnungen (mit Möbelaufstellung), von Sektionen, Geschossen, Häusern und die Bewertung aller Lösungen nach Qualitäts- und Quantitätskriterien.

Die TLP ermöglicht die Projektierung folgender Gebiete: Bau, Heizung und Lüftung, Wasserleitung, Kanalisation, Gasleitung, Fernspre- und Signaleinrichtungen, Elektroausrüstung. Mit der TLP läßt sich eine komplexe Projektierung aller genannten Teilgebiete erreichen. Gegenwärtig werden in der UdSSR zahlreiche TLP genutzt. Ihre Anzahl wächst ständig.

Eines der Gestaltungsprinzipien von TLP ist die Einfachheit der Nutzung, d. h. ein Projektant mit relativ geringem Wissen über

die Spezifik der Anwendung der Rechentechnik in der Projektierung muß mit ihr arbeiten können. Trotzdem müssen Spezialisten eine bestimmte Ausbildung an Hochschulen parallel zur beruflichen Weiterbildung erhalten. Mit diesem Ziel wurden neuerdings an Architektur- und Bauhochschulen der UdSSR verschiedene Formen der Ausbildung von Fachleuten dieses Profils eingerichtet. Die in Hochschulen durchgeführten Maßnahmen zur Ausbildung von Kadern unter den Bedingungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts sind ein entscheidender Faktor des Überganges zur automatengestützten Projektierung im Maßstab der gesamten UdSSR.

#### Literatur

- (1) Die Hauptrichtungen der ökonomischen und sozialen Entwicklung der UdSSR in den Jahren 1986 bis 1990 und in der Periode bis zum Jahre 2000. Projekt. — Moskau: Politisdat 1985
- (2) Programm der Kommunistischen Partei der Sowjetunion (neue Fassung). Projekt. — Moskau: Verlag Prawda 1985
- (3) Berg, A. I.; Birjukow, B. W.: Die Kybernetik und der Fortschritt von Wissenschaft und Technik. — In: Lenin und die derzeitige Naturwissenschaft. — Moskau: Mysl, 1969. — S. 371
- (4) Naginskaja, W. S.: Automatisierung der architektonisch-baulichen Projektierung. — Moskau: Bauverlag, 1979.