що співпадає за фазою з опорною піднесучою (синусоїдальну складову) і після інвертування отримується сигнал $k_B U_{Bn}$. Різниця ж двох додаткових сигналів (3) обробляється в іншому синхронному детекторі, який подавлює сигнал, що зсунутий до опорної піднесучої на 90^0 (косинусоподібну складову). Після ключа-комутатора, аналогічного тому, який використовується для усунення знакозмінності сигналу $\pm k_R U_{(R-Y)s}$ у декодері PAL і працює з ним у протифазі отримується сигнал $k_R U_{Rn}$.

Це дає змогу при подачі на кольорову електронно-променеву трубку, наприклад, сигналів U_{Gs}, U_{Rn} та U_{Bn} за наявності окулярів-анагліфів індивідуально спостерігати стереоскопічне зображення на основі ефекту бінокулярного змішування кольорів, а при використанні проектуючих електронно-променевих трубок і подачі на кожну з них зображення певного кольору спостерігати стереоскопічне зображення за поляроїдним принципом.

Як і для хроматичних сигналів $\pm k_R U_{(R-Y)s}$ і $k_B U_{(B-Y)s}$ системи PAL, для яких реалізується компенсація фазових спотворень, а отже, й відсутність спотворення кольору результуючого зображення, аналогічний ефект також характерний для додаткових сигналів кольору $-k_B U_{Bn}$ та $\mp k_R U_{Rn}$.

Можливі перехресні спотворення у сумарному (2) та різницевому (3) сигналах можуть бути зведені до мінімуму ретельним налагодженням синхронних детекторів.

Література

1. **Мамчев Г.В.** Стереотелевидение. – М.: Энергия, 1979. – 64 с.
2. **Певзнер Б.М.** Системы цветного телевидения. – Л.: Энергия, 1968. – 232 с.
3. **Bruch W.** Die Kenndaten des PAL-Farbfernsehsignales, Frankschau, 1966, Bd.38, No.21.
4. **Яцун А.М.** Заявка на спосіб формування, передачі та приймання додаткової інформації у системі телезв'язку PAL, реєстр. № 2001021145.

УДК 621.313.3

Інж. І.А. Забрамна – УкрДЛТУ

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ОСНОВНИХ МЕХАНІЗМІВ ТРИВЕРСТАТНОЇ КАЛІБРУВАЛЬНО-ШЛІФУВАЛЬНОЇ ЛІНІЇ ДСП І ДЕТАЛЕЙ З НИХ

Синтезовано і досліджено на цифрових аналогових машинах (ЦОМ) система автоматизованого керування (САК) приводами дво- і триверстатних ліній середньої (з верстатами типу МКШ-1) і великої (з верстатами типу ДКШ-1) продуктивності. Результати досліджень підтвердили очікувану стійкість приводів у період їх розгону і шліфування з прискореною і неоднаковою інтенсивністю зношування верхніх і нижніх абразивних циліндрів (АЦ).

Діючі та створювані з трьох верстатів типу ДКШ-1 або МКШ-1 лінії мають шість вузлів різання, шість механізмів їх переміщення відносно стола і три механізми подачі деталей. Вузли різання і механізми їх переміщення оснащені нерегульованими асинхронними двигунами, а механізми подачі деталей – морально застарілими варіаторними і, в деяких верстатах, електричними приводами. Для модернізації приводів вузлів різання, особливо при використанні абразивних циліндрів (АЦ), діаметр яких у процесі експлуатації зменшується приблизно в 1.5 рази, необхідні двозонно-регульовані приводи постійного або змінного струму з синхронними двигунами (СД), що живляться тиристорними перетворювачами частоти (ТПЧ) в статорному колі і тиристорними перетворювачами в якірному колі. Істотною перевагою приводів постійного струму є те, що для живлення якорів усіх шести двигунів може бути застосований один спільний тиристорний перетворювач (ТП-Я), тоді як для живлення статорних обмоток кожного синхронного двигуна необхідний окремий ТПЧ, і лише при однакових діаметрах верхнього (ВЦ) і нижнього (НЦ) АЦ допустиме використання одного ТПЧ для живлення двох СД.

Функціональна схема шестидвигунного двозонно-регульованого приводу постійного струму зі спільним ТП в якірному колі і автономними тиристорними збудниками (ТП-Зб) в колах обмотки збудження двигунів зображена на рис. 1,а (прийняті наступні позначення: ПК – пульт керування; АЦП і ЦАП – аналогово-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі відповідно; АК – аналоговий комутатор; MS – мультиплексор; Зд – задатчик; РК – ручне керування; $PU_Я$, $PI_Я$, $PI_З$, $Pn_Д$ і PV_Z, $PV_П$ і PS – регулятори напруги та струму якоря, струму збудження, частоти обертання двигунів, швидкостей різання і подачі деталі і положення вузла різання відповідно; ТП – тиристорний перетворювач; $ДU_Я$, $ДI_Я$, $ДI_З$, $Дn_Д$, $ДV_З$, $ДV_П$, $ДR_Ц$, ДS – давачі; Д1ВЦ – двигун верхнього АЦ1-го верстата лінії; ОЗД – обмотка збудження двигуна; МП – механізми подачі деталі і положення АЦ відносно неї; ТГ – тахогенератор; П і Ш – відповідно потенціометр і шунт; К – ключ). На рис. 1,б показані функціональні схеми тиристорних приводів постійного струму механізмів подачі і переміщення вузлів різання відносно деталі одного з верстатів. Система керування тиристорними перетворювачами в якірних колах і в колах обмоток збудження двигунів (ОЗД) функціонують за принципом підпорядкованого регулювання. Для цього застосовані: регулятор напруги живлення якорів шести двигунів АЦ ($PU_Я$) та підпорядкований йому регулятор спільного струму якорів ($PI_Я$); регулятор швидкості різання кожного АЦ (PV_{Zi}), підпорядкований йому регулятор струму якоря кожного двигуна ($PI_{Яi}$) і регулятор струму збудження кожного двигуна ($PI_{Зi}$). Для формування величини і знаку напруг зворотних зв'язків по напрузі і струму якорів використовуються потенціометр П і шунт Ш, а також давачі $ДU_Я$ і $ДI_Я$, а для контролю частоти обертання двигунів – тахогенератор ТГ і давач $Д_{пд}$. Необхідний також давач радіусу АЦ ($ДR_Ц$) та перемножувач-давач швидкості різання $ДV_{Zi}$ ($V_{Zi} = \pi \cdot R_{Ц} \cdot n_{Дб} / (30 \cdot i_П)$). В САК приводами механізмів подач деталей використовуються давачі і регулятори швидкості подачі деталі ($ДV_П$ і $PV_П$), а в САК приводами переміщення АЦ – давачі і регулятори положення АЦ (ДS і PS). Завдання на V_{Zi}, $V_П$ і положення АЦ формують відповідні задавачі Зд, що одержують напруги від ручних потенціометрів РК або від аналогового комутатора АК. Аналоговий комутатор, у свою чергу, періодично одержує і запам'ятовує командні сигнали від цифро-аналогового перетворювача ЦАП мікропроцесорної системи керування (МПСК) режимом калібрування-шліфування. Командні сигнали формуються для механізмів кожного верстата лінії переважно залежно від товщини шару, що знімається на верстаті. Інформація про товщину вхідної деталі вводиться в МПСУ від давача товщини через аналогово-цифровий перетворювач АЦП, а необхідна вихідна величина деталі і коефіцієнти про частку загального шару, який необхідно знімати на кожному верстаті, задаються з пульта керування.

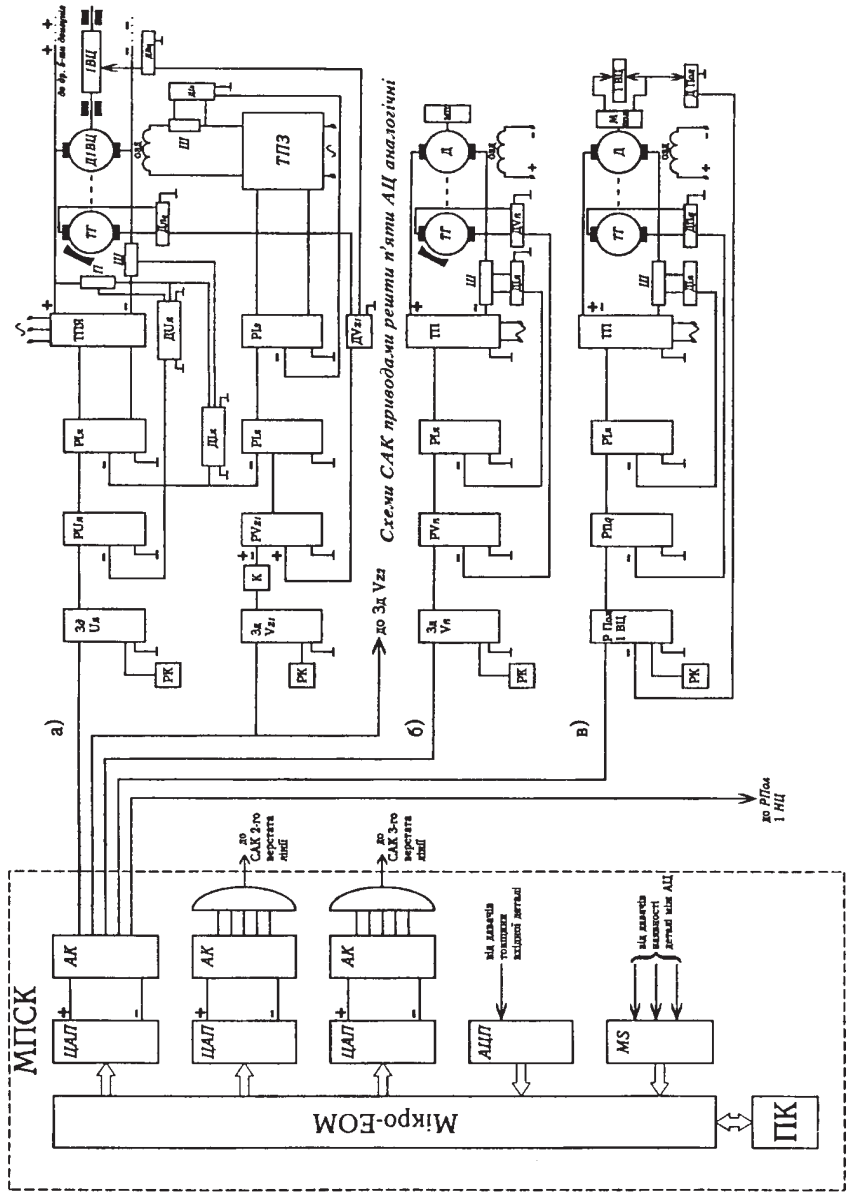

Рис. 1. Функціональні схеми приводів вузла різання (а), механізму подачі (б) і положення АЦ (в)

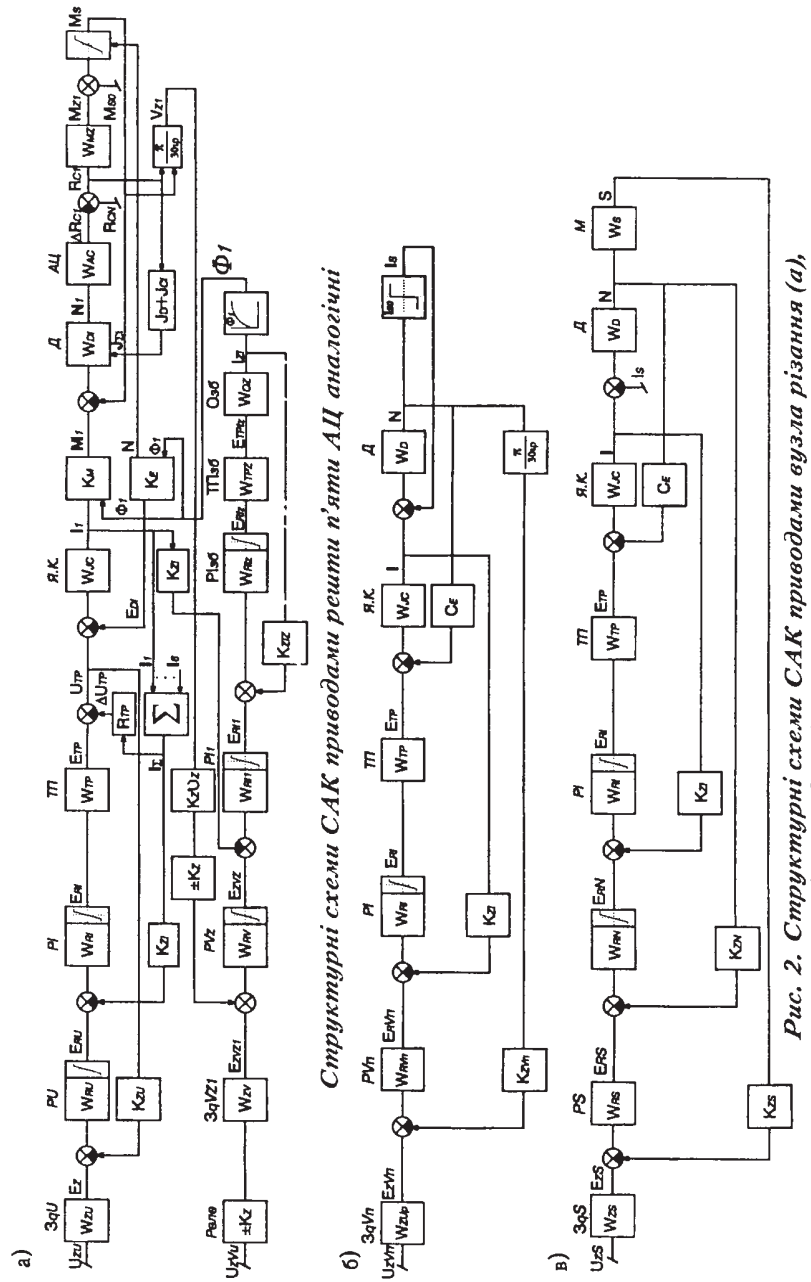

Рис. 2. Структурні схеми САК приводами вузла різання (а), механізму подачі деталей (б) і положення АЦ (в).

Табл. Передатні функції елементів приводів постійного струму основних механізмів триверстатної калібрувально-шліфувальної лінії

№ п/п	Елемент привода: Назва	Елемент привода: Позначення	Передатна функція: Позначення	Передатна функція: Вираз	Вирази для розрахунку параметрів
			Привід вузлів різання		
1.	Задавач $U_Я$	ЗдU	W_{ZU}	$\frac{1}{T_{ZU}\cdot p+1}$	$T_{ZU} \approx 8T_{JC}$, де T_{JC} – постійна часу якірного кола 6-ти двигунів.
2.	Регулятор $I_Я$	PI	W_{RI}	$\frac{T_{RI2}\cdot p+1}{T_{RI1}\cdot p}$	$T_{RI1} = 2TTP\cdot KTP\cdot KZI/R_{JC}$; $T_{RI1} = T_{JC}$; де $K_{TP} = U_{TPmax}/U_{RImax}$; R_{JC} – опір якірного кола 6-ти двигунів.
3.	Регулятор $U_Я$	PU	W_{RU}	$\frac{T_{RU2}\cdot p+1}{T_{RU1}\cdot p}$	$T_{RU1} = K_{ZU}\cdot R_{JC}\cdot 2\cdot T_{TP}/K_{ZI}$; $T_{RU2} = T_{TP}$; де $K_{ZU} = U_{Rmax}/U_H$; $K_{ZI} = U_{Rmax}/I_{Jmax}$; T_{TP} – постійна часу ТП-Я; I_{Jmax} – сумарний струм 6-ти двигунів.
4.	Якірне коло 6-ти двигунів	Я.К.	W_{JC}	$\frac{1}{R_{JC}(T_{JC}\cdot p+1)}$	$R_{JC} = R_{JCD}/6+R_{TP}+R_L$; $T_{JC} = L_S/R_{JC}$; де R_{JCD} – опір якірного кола двигуна; R_L – активний опір дроселів та інших індуктивностей L_S.
5.	Двигун	Д	W_{D1}	$\frac{30}{\pi\cdot J_{Si}\cdot p}$	$J_{Si} = J_D + J_{AЦi}$; $J_{AЦi} = f(R_{Ci})$; J_{Si} – сумарний момент інерції одного двигуна.
6.	Абразивний циліндр	АЦ	W_{AC}	S/p	S – зменшення радіусу АЦ при n = 1 об/хв за 1с (задається довільно при моделюванні на ЕОМ).
7.	Формувач моменту різання			F_Z/i_p	F_Z – сила різання; i_P - передатне число пасової трансмісії; $M_S = \text{sign}(N)\cdot(M_{S0}+M_Z)$; M_{S0} – момент тертя (х.х.).
8.	Задавач V_Z	Здv$_Z$	W_{ZV}	$\frac{1}{T_{ZV}\cdot p+1}$	$T_{ZV} = 8\cdot T_{TPZ}$, де T_{TPZ} – постійна часу ТП-Зб.

Табл. (продовження)

№ п/п	Елемент привода: Назва	Елемент привода: Позначення	Передатна функція: Позначення	Передатна функція: Вираз	Вирази для розрахунку параметрів
9.	Регулятор $I_{ЗБ}$	$PI_{ЗБ}$	W_{RIZ}	$\frac{T_{RIZ2}\cdot p+1}{T_{RIZ1}\cdot p}$	$T_{RIZ1} = 2\cdot T_{TPZ}\cdot K_{TPZ}\cdot K_{ZIZ}/R_{OZ}$; $T_{RIZ2} = T_{OZ} + T_W$; де $K_{TPZ} = U_{TPZmax}/U_{RIZmax}$; $K_{ZIZ} = U_{RIZmax}/I_{Zmax}$; R_{OZ} і T_{OZ} - опір і постійна часу обмотки збудження; $T_W \approx 0.1T_{OZ}$.
9а.	$\Phi_q = f(I_{зб})$ – нелінійна функція, поліном 9-го степеня: $\Phi = a_9\cdot I_Z^9 + \ldots + a_1\cdot I_Z$.				
10.	Регулятор $I_Я$ в контурі обмотки збудження	PI_j	W_{RIj}	$\frac{T_{RIj2}\cdot p+1}{T_{RIj1}\cdot p}$	$T_{RIj1} = 4\cdot T_{TPZ}\cdot K_\Phi\cdot K_{ZIj}\cdot K_E\cdot n_0/(K_{ZIZ}\cdot R_{jCD})$; $T_{RIj2} = T_{jCD}$, де $K_\Phi = \Delta\Phi/\Delta I_Z$; Ф у Вб; $K_{ZIj} = U_{Rmax}/I_{jmax}$ (I_j – струм одного двигуна); R_{jCD} і T_{jCD} – опір і постійна часу я.к. одного двигуна. (Доцільність застосування PI_j встановлюється шляхом моделювання на ЕОМ.)
11.	Регулятор V_Z	PV_Z	W_{RV}	$\frac{T_{RV2}\cdot p+1}{T_{RV1}\cdot p}$	$T_{RV1} = \frac{32\cdot T_{TPZ}^2\cdot K_{ZV}\cdot K_M\cdot \Phi_H\cdot R_{Cmax}}{J\cdot K_{ZIj}\cdot i_P}$; $T_{RV2} = 16\cdot T_{TPZ}$; де $K_{ZV} = U_{Rmax}/V_{Zmax}$; R_C – радіус АЦ; J – сумарний момент інерції.
12.	Тиристорний збудник	ТП-Зб	W_{TPZ}	$\frac{K_{TPZ}}{T_{TPZ}\cdot p+1}$	

Табл. (продовження)

№ п/п	Елемент привода: Назва	Елемент привода: Позначення	Передатна функція: Позначення	Передатна функція: Вираз	Вирази для розрахунку параметрів
	Привід механізму подачі деталі				
1.	Задавач $V_П$ (або n)	$ЗдV_П$	W_{ZV}	$\frac{1}{T_{ZV}\cdot p+1}$	$T_{ZV} = 8\cdot T_{JC}$.
2.	Регулятор $I_Я$	$PI_Я$	W_{RI}	$\frac{T_{RI2}\cdot p+1}{T_{RI1}\cdot p}$	$T_{RI1} = 2\cdot T_{TP}\cdot K_{TP}\cdot K_{ZI}/R_{JC}$; $K_{ZI} = U_{Rmax}/I_{max}$; $T_{RI2} = T_{JC}$.
3.	Регулятор $V_П$ (або $n_Д$)	$PV_П$	W_{RV}	$\frac{T_{RN2}\cdot p+1}{T_{RN1}\cdot p}$	$T_{RN1} = \frac{30\cdot C_M\cdot K_{ZN}\cdot 32\cdot T_{TP}^2}{\pi\cdot J_S\cdot K_{ZI}}$; $T_{RN2} = 8\cdot T_{TP}$; $C_M = K_M\cdot \Phi_H$; $K_{ZN} = U_{Rmax}/n_н$; J_S – момент інерції.
4.	Тиристорний перетворювач	ТП	$W_{TП}$	$\frac{K_{TP}}{T_{TP}\cdot p+1}$	$K_{TP} = U_{TPmax}/U_{Rmax}$.
5.	Якірне коло ТП-Д	ЯК	W_{JC}	$\frac{1}{R_{JC}(T_{JC}\cdot p+1)}$	
6.	Двигун	Д	W_D	$\frac{30\cdot C_M}{\pi\cdot J_{Si}\cdot p}$	

Табл. (продовження)

№ п/п	Елемент привода: Назва	Елемент привода: Позначення	Передатна функція: Позначення	Передатна функція: Вираз	Вирази для розрахунку параметрів
	Привід механізму переміщення АЦ				
	Регулятор положення АЦ	PS	W_{RS}	K_{RS}	$K_{RS} = \frac{2\cdot K_{ZN}}{K_{ZS1}}\cdot\sqrt{\frac{a_{обм}}{C\cdot\Delta S_2\cdot[1-(I_{ст}/I_{обм})^2]}}$, якщо $\sqrt{...} < n_0$ або $K_{RS} = K_{ZN}/K_{ZS}\cdot a_{обм}\cdot(1 + I_{ст}/I_{обм})/(C\cdot n_0)$; де $K_{ZN} = U_{Rmax}/n_0$; $K_{ZS} = U_{Rmax}/S_{max}$; ΔS_2 – допустима похибка S_2; $a_{обм}$ – допустиме прискорення; $a_{обм} = \frac{I_{обм}}{T_{EM}}\cdot\frac{R_{JC}}{C_{EH}}$; $T_{EM} = \frac{\pi\cdot J}{30}\cdot\frac{R_{JC}}{C_{EH}\cdot C_{MH}}$; $C_{EH} = K_E \otimes \Phi_H$; $I_{обм} \approx 2\otimes I_H$; $I_{CT} \approx I_H$; $C = \frac{S_{max}}{n_{сер}\otimes t_{бажане}}$.
	Позначення і передатні функції інших елементів привода аналогічні тим, що використані для привода механізму подачі деталі				

Для функціонування МПСК можуть бути використані алгоритми, програмне та інструментальне забезпечення, описані в [1], але з відповідними змінами, враховуючи те, що лінія триверстатна. Математичну модель, необхідну для розрахунку параметрів регуляторів і дослідження показників якості САК приводами на ЕОМ, відображає структурна схема приводів на рис. 2 і таблиця з виразами передатних функцій W (p) (скорочено W) всіх елементів САК. САК приводами вузлів різання оригінальна.

Згідно зі схемами і виразами для W (p) нами синтезовані і досліджені на ЦАМ САК приводами дво- і триверстатних ліній середньої (з верстатами типу МКШ-1) і великої (з верстатами типу ДКШ-1) продуктивності. Результати досліджень підтвердили очікувану стійкість приводів у період їх розгону і шліфування з прискореною і неоднаковою інтенсивністю зношування верхніх і нижніх АЦ. При цьому відхилення швидкостей різання V_{Zi} від заданої величини (наприклад, 25м/с) не перевищувало 3 %.

Структурні схеми приводів можуть бути використані для побудови аналогових моделей приводів і для керування ними натурною МПСК з метою відлагодження її програмного забезпечення і апробації алгоритмів оптимізації процесів калібрування-шліфування.

Література

1. **Забрамний А.А., Сивик С.М.** Алгоритм і програма функціонування мікропроцесорної системи управління лінією калібрування-шліфування типу МКШ-1.01// Лісове господарство, лісова, паперова та деревообробна промисловість. – 1991. – С. 94-98.
2. **Забрамна І.А.** Обґрунтування типу електроприводів основних механізмів двоверстатних ліній калібрування-шліфування деталей з деревини/ Науковий вісник. – Львів, УкрДЛТУ. 1995, вип. 3. – С. 124-127.

УДК 378.147.515.516.74

Асист. І.Г. Радонь – Рівненський державний технічний університет

ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИПУСКНИКІВ ТЕХНІЧНИХ ВУЗІВ

Проаналізовано результати досліджень, проведених в РДТУ серед студентів 1996 року набору, зв'язок між загальноінженерними та гуманітарними науками, сталість знань та їх вплив на формування світогляду молодого спеціаліста.

I.G. Radon – Rovno state technical university

Philosophical aspects of graphic preparation of the graduates of technical high schools

The analysis of results of the researches which have been carried out in RSTU among the students of 1996 of a set, about connection between common engineering's and humanitarian sciences, constancy of knowledge and their influence on formation outlooks of the young expert.

Вивчення інженерної графіки, технічного креслення є обов'язковим для студентів всіх технічних спеціальностей. І не секрет, що одним із найскладніших для сприйняття і усвідомлення матеріалу вчорашніми школярами є вивчення курсу нарисної геометрії. Ця складність пов'язана, по-перше, з тим, що у сучасній середній школі креслення було винесене за межі комплексу дисциплін, обов'язкових для вивчення, і здебільшого існувало у середніх навчальних закладах на правах факультативу, а по-друге, у силу своєї специфічності, сприймається нашими студентами, як абсолютно новий предмет, котрий має тільки деякий зв'язок із знайомим зі шкільної програми курсом геометрії.

Метою даної роботи є з'ясування місця графічних дисциплін, математики (конкретно, аналітичної геометрії) та філософських понять у підготовці спеціалістів технічних закладів вищої освіти.

Формування світогляду молодого спеціаліста пов'язане з усвідомленням комплексності навчання різним дисциплінам, їх нерозривному взаємозв'язку та взаємопроникненню, і відбувається поступово, з року у рік, у міру накопичення знань по багатьох дисциплінах. Крім того, засвоєнні знання, маючи тенденцію взаємопроникнення, сприяють їх інтеграції. Знаючи про цю властивість, студентам легше опановувати новий матеріал, знаходячи зв'язок із дисциплінами, які ви-