МНСТЕРСТВО ОСВТИ УКРАНИ

ЧЕРКАСЬКИЙ НЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГ ЧНИЙ НСТИТУТ

**МЕТОДИЧН ВКАЗВКИ**

**до лабораторних робт**

**з дисципліни “Ергономіка та дизайн у приладобудуванні”**

для студентв спеціальності “Приладобудування” всіх

форм навчання

Затверджено

на засіданні кафедри

приладобудування

протокол № 5

від 29.10.1998 р.

Черкаси,ЧТ,1998

Методичні вказівки до лабораторних робт з дисципліни “Ергономіка та дизайн у приладобудуванні” для студентв спеціальності “Приладобудування” усіх форм навчання / Уклад. Бойко Т. А.: – Черкаси: ЧТ, 1998. – 26 с.

Укладач: Т. А. Бойко, ст. викл.

Відповідальний редактор: В. . Биков, д. т. н. професор.

Рецензент: С. І. Мордвінов, к. т. н., доц.

Комп’ютерний набір: Т. А. Бойко

ВСТУП

Курс “Ергономіка та дизайн у приладобудуванні” базується на знаннях таких дисциплін як математика, фізика хмя, теоретична механіка, теорія механізмів машин опір матеріалів, інженерна та комп’ютерна графіка, основи конструювання елементв приладв технологя приладобудування конструювання приладв, основи електротехніки електронна та мікропроцесорна техніка.

Мета методичних вказівок – дати змогу студентам опанувати в процес проведення лабораторних робт навички самостійного проведення ергономічного аналізу приладв та аналізу х композиційних та стильових особливостей.

Теоретичні питання студент повинен вивчати за конспектом лекцій, нормативній документації та по рекомендованій літературі.

Лабораторні роботи знайомлять студентв з основними вимогами ергономіки відносно раціонального врахування “людського фактору” при проектуванні і конструюванні контрольно-вимірювальних приладв та систем. Це робиться для створення максимально ефективних надійних систем контролю управління, а також для створення таких умов праці людини-оператора, як б відповідали всім психофізіологічним можливостям потребам людини сприяли тривалому збереженню працездатності здоровя відчуття комфортності.

В кожній лабораторній робот студент спочатку коротко знайомиться з теорією методами визначення параметрв, що досліджуються, а потім – з порядком виконання досліджень методикою проведення розрахунків, специфікою х реєстрації.

Отримані при виконанні досліджень дані основою для визначення ергономічного та композиційного рівня приладв х відповідності існуючим нормативним документам та приладам-аналогам, що відповідають рівню кращих світових зразків.

Опис кожної лабораторної роботи складається з чотирьох частин:

- мета роботи;

- загальні відомості по тем;

- порядок виконання, реєстрація вимірів досліджень;

- обробка результатв, висновки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1-2

**ЕРГОНОМІЧНА ОЦІНКА ДІЮЧИХ ПРИЛАДІВ**

Мета роботи: Ознайомитись з методикою порядком проведення ергономічної оцінки діючих приладв систем пультв управління.

Задача роботи: Виконати практичне завдання з використанням методик вибору оптимальних розмірів планування компоновки засобів відображення інформації приладв пультв органв управління.

**Загальні відомості**

Ергономічна оцінка експлуатованих систем “людина-машина” (СЛМ), пультв управління складних автоматичних ліній приладв да змогу зясувати рівень надійності, пропускної спроможності ступінь точності ро­боти оператора, спрогнозувати поведінку діючої СЛМ, а також вжити заходи для максимального підвищення ефективності х праці. Оцінка починається з складення плану проведення досліджень. Основні етапи таких досліджень звичайно виконуються за такою схемою:

а) ознайомлення з призначенням, метою системи, задачами основ­ними вимогами до не;

б) побудова структурно схеми, що відтворю зв’язки окремих підсистем, потоки інформації хід регулювання. При цьому окремо виділяються “людські” ланцюги з позначенням прямих зворотних зв’язків мж оператором СЛМ машиною, а також мж окремими операторами (слід відзначити інтенсивність зв’язків х відносну важливість);

в) оцінка середовища, в якому система функціонує, його вплив на си­стему СЛМ, що досліджується;

г) опис функцій системи підсистем для всіх режимв роботи (включаючи малоймовірні аварійні ситуації). При визначенні функцій системи слід зазначити, як операції найважливіші що являє собою динамічна структура системи, тобто як здвиги виникають в окремих підсистемах при управлінні дії перешкод т. .

д) детальна ергономічна оцінка робочого місця;

е) оцінка засобів відображення інформації органів управління;

ж) розгляд функцій операторв для нормального режиму роботи окремо для екстремальних ситуацій. При цьому необхідно докладно проаналізувати умови як можуть привести до виникнення аварйно ситуації;

з) оцінка суміщення функцій оператора за часом; для цього будується професіограма діяльності;

На підставі всіх вищезазначених даних формується висновок про надійність ефективність системи даються рекомендації по модернізації або удосконаленню окремих підсистем, вузлів або всього приладу.

**Порядок виконання роботи**

Для виконання роботи кожен студент повинен мати кілька аркушв млметрового паперу, креслярське приладдя (циркуль-вимірювач, транспор­тир, лінійку т. н.), конспект лекцій довідкову літературу з ергономіки.

Кожній підгрупі з 3-4 чоловік видається зразок діючого пульта управління або прилад, який необхідно оцінити з точки зору ергономічності.

Для цього пропонуються так прилади: гоніометр Г5М, мікроскоп сте­реоскопічний МБС-10, осцилограф С-55 та інше обладнання.

При виконанні роботи студент зобов’язаний:

а) зобразити у масштаб на млметровому папері схему діючого стенда пульта або приладу, що запропонований до ергономічної експертизи;

б) охарактеризувати відповідність вимогам ергономіки фактичне розташування засобів відображення інформації, індикаторів, тумблерв, робочих місць т. н.; провести відповідний аналіз розробити рекомендації для поліпшення ергономічності об’єкта що досліджується;

в) накреслити на млметровому папері запропонований підгрупою варант планування компоновки пульта управління, стенда або приладу з урахуванням вимог ергономіки обгрунтувати ці рішення;

г) розробити креслення робочого місця оператора;

д) побудувати структурну схему, відтворюючу зв’язки в підсистемах, замикання інформаційних потоків на людину-оператора;

е) скласти текстовий звіт за приведеною формою по робот прикласти до нього виконані креслення.

**Етапи проведення ергономічної експертизи**

**діючого пульта, стенда або приладу**

*1. Загальний опис* включає в себе коротку характеристику об’єкта, що досліджується: призначення, місце розташування, як основні та додаткові параметри регулюються, основні задач оператора (за якими параметрами він слідку, як регулює по яким питанням приймає рішення) послідовність ви­конання операцій; ведучі канали інформації (зоровий, слуховий); моторні дії (ручне або ножне управління); контингент осб на який розраховано пульт або прилад (стать, вік, країна); можливі аварійні ситуації відмови обмеження в робот або якісь особливі умови розміщення та експлуатації.

*2. Складання антропометричної характеристики.* Вихідні дані беруться з аналізу довідкових матеріалів по антропометричним вимірам. Користуючись цими матеріалами студенти оцінюють фактичне робоче місце оператора розроблюють його найбільш раціональну конструкцію.

На кресленні дається орієнтовне планування пульта за допомогою плоскістного манекена. Уточнюється відповідність пульта об’єму приміщення, висоти панелі, зони огляду, ергономічним вимогам. Оцінюється робоча поза, сидіння оператора, визначаються сфери захвату.

Вибір пози положення опе­ратора значною мрою залежить від розмірів інформаційного поля відстані від приладв до очей оператора.

При робот з невеличкими приладами (шкалами) або приладдям, що потребу використання лупи, відстань до очей повинна дорівнювати 12-25 см; таку роботу виконують тільки в поз сидячи. При робот з віддаленням від панелі на 25-30 см сидяча поза також вважається кращою. При віддаленні від засобів відтворення інформації органв управління на 35-50 см робота частіше виконується в положенні стоячи , нарешті, при відстані від очей до об’єкту стеження більш ніж на 50 см робота виконується тільки в положенні стоячи.

При робот бля пульту управління (лицьової панелі приладу) повинні витримуватись оптимальні кути зору. При робот стоячи кут зору **α**≤30±2,5, а в положенні сидячи **α**≤38±2,1. Необхідно визначити кутовий розмір панелі порівняти з нормальним кутом зору. Кутовий розмір визначається з виразу

, (1)

де α – кутовий розмір панелі, град;

 S – висота панелі, м;

 L – відстань від панелі до оператора м.

На основ помічених відхилень складаються рекомендації вносяться зміни в конструкцію за даними антропометр.

*3. Оцінка умов праці на робочому місці* дається на підставі порівняння нормативних вимог з фактичними характеристиками виробничого середовища. Бажано заміряти температуру, вологсть швидкість руху повітря а також освітленість робочого місця оператора (що виконується з урахуванням фактору часу, тобто довготривалість темп виконання ці роботи).

Оцінюючи умови праці необхідно зазначити: як несприятливі фактори можуть бути присутні на цьому робочому місці проаналізувати х; заходи по усуненню шкідливого впливу середовища на роботу оператора (якщо воно ) дати рекомендації до цього розділу у загальному план (умови праці оператора вимагають поліпшення т. .).

*4. Оцінка засобів відтворення інформації (ЗВ).*

а) описується загальний вигляд, розміри розташування інформаційних панелей. Вибір панелі залежить від розмірів. У горизонтальній площині кут обзору (при фіксованому погляд в центр панелі) повинен мати 30-40, допускається кут 50-60, максимальний кут (як виняток) досягає 90.

 Відстань мж оператором панеллю визначається співвідношенням

, (2)

де L – відстань від панелі до оператора м.

 α – кут обзору, град;

 S – ширина екрану, м.

 Для панелей, де S<10 м, співвідношення ширини до висоти складає 1,3:1.

На складеній студентом схемі (кресленні) при фіксованому положенні оператора визначають величини α, S, h фактичну величину L, потім порівнюють фактичні значення екрану (панелі) з нормативними.

При виконанні цього пункту необхідно врахувати так обставини. У випадку, якщо α>50, краще використовувати сферичний пульт. При фронтальному пульт, розташованому по вертикал з кутом, що не перевищу 30, може бути одна плоска секція. Вона розташована так, що верхній край знаходиться на рівні лінії горизонтального погляду, але сама площина панелі повинна складати з площиною, яка перпендикулярна лінії погляду, кут 0-20 у нижнього краю панелі. Якщо кут розташування панелі по вертикал складає більше 30 але не більше 45 то нижче основної додається ще одна секція, що складає кут 30-50 до горизонталі.

б) проводиться оцінка окремих приладв. При цьому вказується загальна кількість приладв, х призначення характеристика (стрілочні, картинні, віконцеві т. н.). Ц дані приводяться в порівнянні з нормативними.

в) аналізується розташування приладв. Прилади повинні бути розташовані так, щоб найбільш важливі з них у функціональному відношенні (а також прилади з найчастішим звертанням) знаходились у центр поля зору. Звертання до приладу орієнтовно визначається в залежності від задач управління. На схем розташування приладв останні нумеруються за частотою звертання. Після цього перевіряються зв’язки, тобто порядок нагляду за приладами. Прилади з більш тісними зв’язками повинні розташуватися поряд.

Після проведення оцінок дається загальний висновок по засобам відтворення інформації (ЗВ).

*5. Оцінка органв управління.* При оцінці органв управління необхідно відтворити у звіті по робот найменування, призначення кількість органв управління, відповідність розташування органв управління робочим зонам, розмір, форму, колір, послідовність звертання частоту використання органв управління; число вмикань за час роботи, напрямок, величину переміщень прикладених до цього зусиль, загальну величину витрачено енергії при виконанні операцій, пов’язаних з управлінням.

При оцінці тумблерв та перемикачв слід вказувати довжину плеча важеля; ширину само широко частини; напрямок вмикання; кількість положень кут повороту перемикача; поверхню ручки, що захвачується рукою (довжина, ширина, глибина).

При оцінці органв ножного управління (педалі) необхідно відобразити: нормальне положення (сидячи, стоячи), відстань мж педалями та х нахил, відстань від крісла до педалі, частоту звертання, можливість регулювання затрачені зусилля. Необхідно вказати на схем розташування найважливіших органв управління.

***П р и м т к а***. Найважливіші органи управління слід розташовувати попереду праворуч від оператора в зон досягнення право руки. Максимальний розмір зони досягнення обох рук складає 700×1100 мм. Розмір зони досягнення за шириною (1100 мм) може бути збільшений в деяких випадках на 200-300 мм за рахунок нахилу корпусу та переміщення крісла на котках вздовж стола.

Глибина робочої панелі не повинна перевищувати 800 мм.

Висота пульта, призначеного для роботи сидячи за столом, чи стоячи, повинна бути в межах 750-850 мм, а кут нахилу його панелі до горизонтально площини – в межах 10-20°.

Місце на пульт для видання записв, розміщення реєстраційних журналв технічної документації повинно розташовуватись безпосередньо перед оператором. Його мінімальні розміри – 1000 мм в ширину 300-400 мм у глибину.

Написи на пульт повинні розташовуватись однаково: під або над кожним зазначеним елементом. Написи розташовують так, щоб вони читалися зліва направо. Кожен текст повинен використовуватись для зазначення тільки однієї функції. Співвідношення висоти та ширини знакв повинно дорівнювати приблизно 3:2, висота букв та інших символв на панелях, що знаходяться безпосередньо перед оператором – не менше 3 мм.

Рекомендовані розміри букв в написах приведені в табл.1.1.

Таблиця 1.1

|  |  |
| --- | --- |
| Відстань до очей, | Розміри букв та цифр, мм |
| м | Важливі написи | Звичайні написи |
| 0,7 | 2,5 – 5,0 | 1,2 – 4,0 |
| 1,0 | 3,3 – 6,6 | 1,5 – 4,5 |
| 2,0 | 6,6 – 12,0 | 3,3 – 10,0 |
| 6,0 | 22,0 – 43,0 | 11,6 – 33,0 |

При оптимальній відстані до оператора (приблизно 25 см) ширина штриха чорних цифр букв на блому фон повинна складати приблизно 1/6 висоти, а блих цифр букв на чорному фон – приблизно 1/7 – 1/8 х висоти.

Рекомендована ширина штриха букви залежить від т відстані, на якй розташовано пульт від оператора. Так, при відстані 1; 2; 3; 4; 5 6 м ширина штриха букви (чорні на блому) повинна бути відповідно 0,5; 0,8; 1,1; 1,4; 1,7 та 2 мм.

У висновках необхідно звернути увагу на так питання: чи відповідає розташування органв управління логіці діяльності оператора; особливості групового розташування органв управління, що регулюють один параметр; відповідність індикаторів органам управління; розташування органв управління відносно індикаторів (вище, нижче індикаторів); розташування аварійних органв управління; відповідність напрямку руху рукоятки (важеля) напрямку руху стрілки; влаштування місця для ведення записв, розміщення реєстраційних журналв технічно документації.

*6. Загальний висновок пропозиції по вдосконаленню системи (пульта, стенда, приладу).* Крім текстової частини пропозиції повинні мати також графічну.

**Звіт по лабораторній роботі**

**“Ергономічна оцінка діючих пультів управління та приладів”**

Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Група \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ курс \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ факультет \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Найменування пульта (стенда, приладу) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 *1. Загальні відомості*

1. Коротка характеристика призначення пульта (стенда, приладу): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Основні задач оператора:

а) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ б) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Коротка характеристика діяльності оператора. Прийом інформації:

а) зоровий канал – прилади, табло;

б) слуховий канал – телефон, селектор;

в) тактильний канал т. н.

Прийняття рішення: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Д: а) моторні \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ б) команди \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Аварійні ситуації \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(необхідно охарактеризувати в табличній форм дії оператора в систем на пульт при різних аварійних ситуаціях а також зміни діяльності оператора при різних відмовах системи).

5. Зв’язок з іншими операторами: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(представити також у табличній форм, вказавши вид зв’язку, кількість каналв х розташування).

6. Особливі умови експлуатації, обмеження \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7. Контингент операторв:

країна \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_; стать \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_; вік \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

рівень освіти \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_; середній зріст \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_;

середньоквадратичне відхилення \_\_\_\_\_\_\_\_; заданий % охоплення \_\_\_\_;

8. Довірчий інтервал (зріст): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

К1 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_; К2 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Поправка до довірчого інтервалу на одяг спорядження \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кінцевий інтервал \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Масштаб плоскістного манекена \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9. Робоча площа обм на оператора.

*2. Порівняльна оцінка пульта оператора* (табл. 1.2).

Рекомендації до зміни досліджуваного пульта (стенда, приладу) за даними антропометричної оцінки \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*3. Фактори виробничого середовища* (табл. 1.3)

Відхилення \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рекомендації \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Таблиця 1.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Розмір | Довірчий |
| Параметри | фактичний | нормативний | інтервал для даного контингенту |
| П о л о ж е н н я с и д я ч и |
| Висота сидіння |  |  |  |
| Ширина сидіння |  |  |  |
| Простір для ніг |  |  |  |
| Висота робочої поверхні |  |  |  |
| Висота підставки для ніг |  |  |  |
| Глибина для колін під пультом |  |  |  |
| Колінний кут |  |  |  |
| Ширина підставки для ступні |  |  |  |
| Відхилення |  |  |  |
| П о л о ж е н н я с т о я ч и  |
| Висота верхнього краю інформаційної панелі |  |  |  |
| Висота нижнього краю інформаційної панелі |  |  |  |
| Зона обзору |  |  |  |
| Простір для ніг  |  |  |  |
| Відхилення |  |  |  |
| С ф е р а з а х в а т а  |
| Відхилення |  |  |  |

Таблиця 1.3

|  |  |
| --- | --- |
| Фактор середовища | Величина |
|  | фактична | нормативна |
| Освітлення |  |  |
|  а) природне, *кео* |  |  |
|  б) штучне, *лк* |  |  |
| Загальний рівень шуму, *дб* |  |  |
| Вібрація |  |  |
| Температура повітря |  |  |
| Відносна вологсть |  |  |
| Швидкість повітря, *м/сек* |  |  |
| Обм повітря, що подається на 1 чоловіка, *м3/ч* |  |  |
| Запилення, *мг/м3* |  |  |
| Електромагнітне випромінювання(ВЧ) |  |  |
| Радіаційне випромінювання |  |  |

*4. Оцінка ЗВ*

Вид пульта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Розмір пульта:

а) по горизонталі \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_; б) по вертикал \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Відстань очей оператора в нормальному положенні від центра погляду\_\_\_\_\_

Кут обзору пульта(таблиця 1.4) :

а) по вертикал \_\_\_\_; б) по горизонталі \_\_\_\_

Таблиця 1.4

|  |  |
| --- | --- |
| Показник | Величина |
|  | фактична | нормативна |
| Відстань від оператора до пульта |  |  |
| Кут обзору пульта |  |  |
| Відхилення |  |  |
| Рекомендації |  |  |

Таблиця 1.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип приладу | Назва приладу | Розмір по вертикалі, мм | Кутовий розмір | Діаметр шкали | Відхилення від норматива кутових розмірів |
| 1. |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |
| ... |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Оцінка окремих приладв проводиться по табл. 1.5.

Оцінка приладв за основними характеристиками проводиться по табл.1.6.

Перевіряється, чи відповідає прилад, його оцифровка, відстань до оператора вимогам нормативв.

Рекомендації ­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Загальний висновок по ЗВ

Таблиця 1.6

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Величина |
|  | фактична | нормативна |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Таблиця 1.7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Орган управління | Характеристика | Величина | Відхилення |
|  |  | фактична | нормативна |  |
| Кнопка | Форма |  |  |  |
|  | Розмір |  |  |  |
|  | Зусилля |  |  |  |
|  | і т.д. |  |  |  |
| Тумблер |  |  |  |  |
| Перемикачі |  |  |  |  |
| і т.д. |  |  |  |  |

*5. Оцінка органв управління* (табл. 1.7)

Рекомендації \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*6. Розробка креслення робочого місця оператора*.

*7. Побудова структурно схеми.* Побудувати структурну схему, відтворюючу зв’язки в підсистемах, замикання інформаційних потоків на людину-оператора.

*8. Висновок загальні рекомендації по управлінню* (стендом, приладом) в цілому, з додатками графічного матеріалу. Рекомендації розроблюються для пристроїв, ЗВ, органів управління, умов праці.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

**АНАЛІЗ ГАРМОНІЇ КОМПОЗИЦІЇ ПРИЛАДУ**

Мета роботи: Проаналізувати гармонію композиції приладу по наступним категоріям:

а) тектонічність;

б) пропорція пропорційність;

в) масштаб масштабність;

г) ритмічність метр;

д) симетрія асиметрія;

е) статичність динамічність.

Задача роботи: Створити індивідуальний варант композиції приладу, використовуючи засоби гармонізації форми.

**Загальні відомості**

***Тектоніка.*** При розгляд тектоніки з точки зору конструктивно-технологічних задач потрібно зауважити, що зробити проектовану річ тектонічною – це перш за все означає зробити матеріально-фізично досконалою, тобто такою, що володіє міцною, стійкою надійною конструкцією, яка відображає в зовнішньому вигляд загальний тип, характер конструкції всю складну внутрішню силову роботу матеріалу. Таким чином, необхідно по можливості найкращим чином виявити, де як розподілені основні маси навантаження, як опирається м матеріал виробу, як напружені окремі його частини, як елементи несучі, а як несомі. Тектонічність форми означає також наочність того, з якого основного матеріалу виконана конструкція (метал, дерево чи пластмаса) як дана конструкція виготовлена – монолітна чи складальна, чи це масивне лиття або легкий тонкостінний корпус.

*Тектоніка* – специфічний засіб художнього вираження, який органічно пов’язаний з конструктивною об’ємно-просторовою структурою виробу об’єктивними закономірностями (міцністю, стійкістю рівновагою). Тектоніку називають зрілим відображенням у форм роботи конструкції організації матеріалів. Таким чином, об’ємно-просторова структура у формотворенні тектоніка форми найважливішими категоріями композиції, що закладають основу побудови складно гарно форми.

***Пропорція пропорційність.*** *Пропорція* визначає співвідношення окремих частин, предметв явищ помж собою. Пропорція – один з головних засобів, який застосовують в мистецтв, архітектурі, техніці, художньому конструюванні. Правильне встановлення пропорцій в своїй єдності складає пропорційно-гармонічний лад. Порушення його знижу художню виразність.

снують різні види пропорційності. Так, наприклад, для утворення звичайно математично пропорції потрібно чотири члена: a : b = c : d. Геометрична пропорція складається з трьох елементв (a : b = b : c). Загальний член b називають середнім пропорційним.

Крім арифметично геометрично пропорцій, снують також пропорційні залежності, що об’єднані загальною назвою гармонічні пропорції.

На вдмну від арифметично, геометрично та гармонічної пропорції золотий перетин утворюється при комбінації тільки двох величин a i b. Поділ цілого на дві нерівні пропорційні частини в математиці називають золотим перетином. Математичний вираз має вигляд a : b = b : (a + b).

Ця рівність створюється при комбінації лише двох величин, до того ж відношення помж ними постійне, де більший відрізок дорівнює 0,618, менший – 0,382.

****

Рисунок 3.1- Графічна побудова золотого перетину

Золотий перетин також виражається геометричним шляхом. Один з геометричних способів – це поділ відрізка в золотому перетин. Він здійснюється за допомогою прямокутного трикутника з відношенням катетв 1:2 (рис.3.1):

М0 = а = 1,0;

М1 = x = 0,61803398;

М2 = a – x = 0,381966.

Потім в золотому перетин М2 ділиться на М3 = 0,236; М4 = 0,146; М5 = 0,09 т. д.





Рисунок 3.2- Система прямокутникв від квадрата до прямокутника

На рис. 3.2. приведена побудова прямокутникв. х отримують геометричним методом, взявши за вихідну точку квадрат.

Ряд золотого перетину виражається такими цифрами: 0,09; 0,146; 0,236; 0,382; 0,618; 1,000; 1,618; 2,618 т. д.

***Масштаб масштабність.*** сну два поняття – масштаб масштабність.

*Масштаб* – це відношення лінійних розмірів на кресленні, карт об’єкта до його розміру в натур (1: 2, 1 : 5, 1 : 10 т. д.).

*Масштабність* – більш складне поняття. В архітектурі це одне з композиційних засобів, яке виражає розмірність чи відносну відповідність розмірів форм архітектурного витвору, що сприймаються людиною, до розмірів людини.

***Ритмічність метр.*** В художньому конструюванні, як в архітектурі, використовується специфічний засіб композиції – закономірне повторення чергування елементв. сну два види повторності – метрична ритмічна (метр ритм).

Метричний ряд простим видом повторності, якщо він заснований з одного елемента, складним, якщо в композиції одночасно приймає участь декілька рядв елементв метричної повторності.

*Ритм* – більш складний вид повторності, це чергування елементв споруди, предметв, виробничого обладнання, що характеризує наростання чи спадання х кількості, форми, розмірів. Ритмічні ряди створюються чергуванням більш виразних елементв, що називаються акцентами, менш виразними (пасивних), що називаються інтервалами. Ритмічні ряди можуть бути спадаючими чи зростаючими контрастно чи нюансно.

Ритм – це послідовне чергування різноманітних сумірних елементв. Він співдіє ясності, чіткості стрункості художнього виробу, робить його більш цільним виразним.

***Симетрія асиметрія.*** *Симетричною* називається фігура, яка складена з геометрично фізично рівних частин, як певним чином розташовані відносно один одного. Симетрія – особливий рід геометрично закономірності красоти форм предметв, як створюють гармонії. сну три основних види симетрії: дзеркальна, осьова, гвинтова. Дзеркальна симетрія заснована на рівності двох частин фігури, розташованих одна відносно іншої, як предмет його відображення в дзеркал. Осьова симетрія обумовлена рівністю геометричних фігур в осьових перетинах досягається обертанням фігури відносно ос симетрії. Гвинтова симетрія досягається в результат обертального руху лінії чи площини навколо нерухомо ос з постійною кутовою швидкістю одночасно поступальним рухом вздовж ос.

В сучасних умовах особливе значення набуває *поняття асиметрично композиції.* Вона дозволяє органічно пов’язувати окремі елементи помж собою, поєднуючи х в цілісні, гармонійно-функціональні організми. Симетрична побудова не завжди узгоджується з суперечливими вимогами при компоновці того чи іншого приладу, споруди т. д.

***Статичність динамічність.*** Окрім симетрії асиметрії сну також *статична* *динамічна* композиції. Будь-яка фігура, що має центр чи ось симетрії, завжди статична відносно них. Шар, куб чи паралелепіпед статичні у всіх напрямках. Конус статичний відносно ос симетрії, а вздовж не він динамічний, бо по ній відбувається зміна форми. Найбільш характерну динамічну композицію мають предмети, що рухаються, засоби транспорту, як можна поділити на три основні групи в залежності від різного середовища: т, що рухаються по поверхні землі (автомобілі, потяги), в вод (пароплави, підводні човни) в повітрі (лтаки, планери).

**Звіт по лабораторній робот**

1. Представити аналіз композиції діючого приладу за всіма вищезазначеними категоріями.

2. Виконати креслення створеного варанту приладу.

3. Дати обгрунтування вибраним рішенням.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

**ВИБІР КОЛЬОРОВИХ РІШЕНЬ**

**В КОМПОЗИЦІЇ ПРИЛАДУ І ЇХ АНАЛІЗ**

Мета роботи: Створити кольорове рішення в заданому спектр композиції приладу.

Задача роботи: 1. Провести аналіз психофізіологічного впливу вибраного кольорового фону.

2. Охарактеризувати вплив тонового (кольорового) нюансу чи контрасту.

3. Аналіз вираження кольору функціональне призначення приладу.

4. Вибрати тип поверхні, обгрунтувати вибір.

5. Обгрунтувати вибір покриття, матеріалу, технологію (засіб) виготовлення.

**Загальні відомості**

Колір – це властивість тл викликати певні зорові відчуття у відповідності з спектральним складом інтенсивністю відбитого чи випускаючого видимого випромінювання. Встановлено, що людським оком сприймаються коливання з довжиною хвилі від 380 до 760 нм.

Всі кольори розподіляють на дві групи: ахроматичні хроматичні. До першої групи (ахроматичної) відносяться бл, чорні всі сірі кольори, починаючи з найсвітлішого закінчуючи найтемнішим. До другої (хроматичної) групи відносяться всі спектральні кольори – червоні, жовті, зелені, блакитні, син, фіолетові, пурпурні з усіма переходами відтінками мж ними.

Психофізіологічний вплив кольору на людину в емоційному відношенні великий. Колір має здатність викликати різні емоційні реакції та думки: він може заспокоювати хвилювати, приносити радсть смуток, пригнічувати веселити. Колір може викликати почуття теплоти та холоду, бадьорості та втоми, легкості та тяжкості, розширювати звужувати простір, стимулювати зір, мозок, нерви; він може сприяти допомагати лкуванню хворих. В естетиці колір серед інших естетичних факторв займає одне з важливих місць.

Сучасні вислови та судження вчених, художникв про психофізіологічний вплив кольору на людину зводиться до наступного.

*Червоний колір* – збуджуючий, гарячий, енергійний життєрадісний. Він має найдовшу хвилю, стимулюючи впливає на мозок викликає емоційні реакції; сприяє збільшенню м’язової напруги, підвищенню кров’яного тиску ритму дихання; дуже впливає на настрій людини.

*Оранжевий колір –* яскравий, викликає радсть, в різних випадках заспокою чи роздратовує. В фізіологічному відношенні він сприяє покращанню травлення прискоренню теч кров.

*Жовтий колір –* стимулює зір, мозок нерви, заспокою деякий нервовий стан, звеселяє, сприяє до спілкування.

*Зелений колір –* колір природи, спокою свіжості, заспокійливо діє на нервову систему. Він сприяє зниженню кров’яного тиску за рахунок розширення капілярів.

*Блакитний колір –* світлий, свіжий прозорий. Він діє приблизно також, як зелений – заспокійливо, створю враження небесної далі. В фізіологічному відношенні він відноситься до лікарських кольорів, полегшуючи стан хворого в більшій мірі, ніж зелений.

*Фіолетовий колір –* пишний благородний; він позитивно впливає на серце легені, збільшуючи х витривалість. Колір втоми та нудьги.

*Коричневий колір –* теплий, він створю спокійний настрій, виражає міць стійкість предметів. Коричневий колір з сірим відтінком з пригніченням діє на психіку.

*Срий колір –* холодний, діловий похмурий. Він викликає апатію нудьгу. У виробничій обстановці його необхідно застосовувати якомога менше.

*Блий колір –* легкий, холодний благородний, але у великій кількості викликає блиск. Він – символ чистоти, дуже добре поєднується з іншими кольорами.

*Чорний колір –* похмурий, важкий, різко знижу настрій. Він дуже красивий, в невеликій кількості застосовується для контрасту.

Узагальнюючи облік психологічного впливу кольору на організм людини, видимі частини спектру розподіляють на три частини: довгохвильову – 760...580 нм (червоний, оранжевий), середньохвильову – 580...510 нм (жовтий, зелений частково блакитний), короткохвильову – 510...380 нм (блакитний, синй, фіолетовий).

На сучасному етап встановлено, що кольори довгохвильової частини спектру справляють збуджуючий стимулюючий вплив, а кольори короткохвильової частини – заспокійливий чи пригнічуючий вплив. Найбільш сприятливо впливають кольори середньо частини спектру. Група фіолетових пурпурних кольорів справляють хвилюючий подразнюючий вплив.

Узагальнюючи відомості про кольори можна зробити наступні висновки:

1. Найкращі поєднання дають кольори в рамках великих малих інтервалів по кольоровому колу, гірші – в рамках середніх інтервалів.

2. Малі інтервали сприймаються скоріш як відтінки одного того ж кольору, а не як поєднання кольорів.

3. При поєднанні кольорів необхідно брати однакові співвідношення світлості.

4. Більш інтенсивні кольори при поєднаннях з менш інтенсивними слід підбирати в меншй кількості.

5. Хроматичні кольори можна поєднувати з ахроматичними, причому теплі кольори поєднувати з темними, а холодні з світлими.

 В дизайні колір розглядається перш за все як засіб функціональної організації предметного середовища. У виробах промислового виробництва колір вибирають з урахуванням:

 а) функціонального призначення виробу і умов його експлуатації;

 б) функціонально-конструкторської структури виробу;

 в) особливості композиції форми виробу;

 г) умов того середовища, в якому виріб буде використовуватися.

 Форма і колір виявляють особливості та функціональні призначення промислового виробу, водночас полегшуючи зорове сприйняття і взаємодію між виробом і людиною з урахуванням процесу користування.

 Колір сприяє розпізнанню сфери використання виробу і його експлуатаційної специфіки. Він обумовлюється вимогами безпеки, примітивності і легкості розпізнавання предметів або їх окремих елементів на різних кольорових фонах.

 Колір фону повинен бути доповнюючим (контрастним) до кольору деталі: світло-коричневий до сталі, чавуна та алюмінію; світло-голубий до бронзи, дерева та інших деталей теплих кольорів; ахроматичний для різнокольорових деталей і т.д.

 Особливе значення має колір при конструюванні кнопок, перемикачів, важелів управління приладів та пультів управління, мнемосхем та інших елементів для безпеки і надійності роботи. Недостатній контраст між кнопкою та фоном пульту може призвести до браку або аварії. Деякі вироби потребують контрастних і яскравих тонів (планера, спортивні атрибути, дитячі іграшки, туристичне обладнання і т.ін.), а інші – світлих і м’яких тонів (медичне обладнання, прилади, верстати).

 Забарвлення виробів повинне бути пов’язане з їх функціонально-конструкторською структурою.

 Пульти та прилади, в яких більшість конструктивних елементів приховано, відносять до виробів із прихованою структурою. Щити пульту або приладу складають їх структуру і колір грає для них дуже важливу візуальну роль. Лицьова панель виділяється особливим кольором, відмінним від того, що обрамовує, і при великих розмірах пульту або лицьової панелі приладу може бути поділена на окремі ділянки, щоб підкреслити різне їх різне функціональне призначення.

 Вироби, що вирішені в стриманій темі з використанням мінімуму кольорів, сприймаються в більш великому масштабі і, навпаки, використання збільшеної кількості кольорів з підвищеною контрастністю між ними, створює відчуття зменшеного масштабу.

 Для естетичної виразності зовнішнього вигляду виробу важливе значення має фактурне оздоблення. Поверхні, що обрамовуються можуть бути глянцевими (дзеркальне відбиття), матовими або шорсткими (дифузне відбиття), напівматовими або напівглянцевими. Найбільш повно і гарно колір проявляється на матовій фактурі, а глянець якоюсь мірою маскує колір. Матова фактура та різні фактурні візерунки (муаровий, рифлення, пухирчатий та ін.) широко використовується в оздобленні сучасного обладнання, приладів.

 Для отримання в дизайні приладу чи пульту потрібного кольору та фактури поверхні використовуються різні способи обробки, тобто різні технології виготовлення і матеріали (лиття, штампування, шліфування, полірування, пресування), а також різні види покриття – лакофарбові, гальванічні, склоемалеві, вакуумні.

 Вибір лакофарбових покрить за декоративними властивостями (колір, блиск, фактура і клас у відповідності з ГОСТ 9.032.-74) проводять на стадії проектування і призначають у відповідності з ГОСТ 23852-79 за таблицею 4.1.

 Існує багато видів гальванічних покрить, що широко застосовуються в приладобудуванні в якості захисту металевих деталей, від корозії та як декоративно-оздоблювальні засоби.

 Для цього застосовують покриття нікелем, хромом, цинком, свинцем, оксидними плівками, бронзою, сріблом. В таблиці 4.2 наведені деякі фізико-хімічні характеристики металів, що часто використовуються для оздоблення деталей приладів та виробів культурно-побутового призначення.

 Нікелеве покриття розрізняють таких видів: напівблискуче (одношарове), блискуче (двошарове), чорне та безелектролізне (хімічне).

 Хромування є: захисно-декоративне, тверде, рівномірно-чорне, агатове, холодне, пористе.

Таблиця 4.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Найменування груп виробів | Вимоги до кольорів і кольорових сполучень лакофарбових покрить | Вимоги до фактури та блиску  |
| Вироби, що функціонують у виробничих приміщеннях в контакті з людиною – прилади, верстати, машини, обладнання, організаційна, обчислювальна техніка та ін. | Сполучення кольорів – споріднені, споріднено-контрастні. Кольори червоної, оранжевої, жовтої, зеленої, голубої, синьої зон і ахроматичні; складні; світлі, середні, темні за яскравістю; малої та середньої насиченості.Число основних кольорів в схемі кольорового рішення не більше 3. Сполучення кольорів еквівалентне, наприклад, сіро-зелений(352), споріднено-контрастні, наприклад, “слонова кістка”(229) і сіро-зелений(365). | Гладкі, глянцеві, напівглянцеві, напівматові.Допускаються гладкі з малюнками (молоткові, рельєфні) |
| Вироби культурно-побутового призначення, що функціонують в житловому інтер’єрі в контакті з людиною, наприклад, пилососи, пральні машини, холодильники, побутова радіоелектронна апаратура, вентилятори, кондиціонери, ручний механізований інструмент та ін. | Кольори червоної, оранжевої, жовтої, зеленої, голубої, синьої зон і ахроматичні; складні; світлі, середні, темні за яскравістю; малої, середньої і максимальної насиченості.Число основних кольорів в схемі кольорового рішення не більше 2. Сполучення кольорів споріднені, споріднено-контрастні, контрастні та еквівалентні. | Гладкі, рельєфні, глянцеві і напівглянцеві. |

 Склоемалеві неорганічні покриття знаходять широке застосування в захисно-декоративній і спеціальній поверхневій обробці основних конструкційних матеріалів і кераміки. Успішно застосовується емалювання алюмінію та сплавів його основі.

 Для забарвлення емалей застосовують кольорові оксиди кобальту, заліза, міді, хрому, марганцю.

Таблиця 4.2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Метал покриття | Щільність,  | Твердість\*,  | Питомий елекрич- | Темп. Плав- | Власна стійкість\*\*(+стійкі; – нестійкі) | Візуальна оцінка кольору матових поверхонь  |
|  |  |  | ний опір, | лення, | в атмосфері | в розчинах | покриття |
|  | кг/м3 | кН/м2 | 10-8 Омм |  К | Сухий | Вологий | Слабо-кислий | Слабо-лужний |  |
| Алюміній | 2,700 | 0,25 | 2,70 | 933 | + | + | + | – | Світло-сірий з голубим відтінком (холодний) |
| Цинк | 7,140 | 0,35 | 5,75 | 892 | + | – | – | – |  |
| Хром  | 6,920 | 2,20 | 15,25 | 2073 | + | + | + | + |  |
| Залізо | 7,860 | 0,50 | 10,60 | 1770 | – | – | – | – | Світло-сірий(нейтральний) |
| Кадмій | 8,650 | 0,20 | 10,66 | 594 | + | + | – | – | Біло-сірий (нейтральний) |
| Нікель | 8,900 | 0,70 | 7,24 | 1728 | + | + | + | + | Світло-сірий з жовтим відтінком (теплий) |
| Олово | 7,300 | 0,05 | 11,50 | 505 | + | + | + | – | Біло-сірий (теплий) |
| Свинець | 11,340 | 0,04 | 18,8 | 700 | + | + | + | – | Світло-сірий з голубим відтінком (холодний) |
| Латунь | Фізичні та хімічні властивості залежать від складу сплаву | Золотисто-жовтий(холод.) |
| Бронза | і змінюються в порівняно широких межах | Від біло-сірого до червоно-жовтого (теплий) |
| Мідь | 8,950 | 0,35 | 1,65 | 1356 | + | – | – | – | Рожевий (теплий) |
| Срібло | 10,530 | 0,25 | 1,50 | 1234 | + | + | + | + | Білий (теплий) |
| Золото | 19,280 | 0,18 | 2,00 | 1326 | + | + | + | + | Яскраво-жовтий(теплий) |
| Платина | 21,450 | 0,25 |  | 2046 | + | + | + | + | Світло-сірий (нейтральн.) |

\* Твердість покривних плівок відповідних металів залежить від способу та умов їх нанесення.

\*\* Під терміном “власна стійкість” розуміється хімічна інертність або активність покривних плівок без урахування матеріалу основи.

**Порядок виконання роботи**

 Враховуючи всі функціонально-конструктивні особливості та умови експлуатації приладу (пульту, стенду), вибрати для розробленого за формою варіанту дизайн-проекту всі матеріали, види поверхонь, покриття, фактуру, малюнок.

 Окремо приділити увагу вибору матеріалу і кольору елементів ЗВІ та ОУ.

 Заповнити таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Назва елементу | Колір | Фактура поверхні елементу | Вид покриття та спосіб його отримання |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Звіт по лабораторній роботі**

1. Представити аналіз кольорової композиції приладу, вибрати матеріал, фактуру, колір, малюнок поверхонь приладу – фонових, шкал, табло, органів управління, мнемосхем, піктограм і представити їх у вигляді таблиці 4.3.

2. Виконати креслення індивідуального варанту кольорової композиції приладу.

3. Дати обгрунтування прийнятим рішенням.

ПЕРЕЛІК НОРМАТИВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

ГОСТ 20.39.108-85 Комплексная система общих технических требований. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора.

ГОСТ 29.05.002-82 Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Индикаторы цифровые знакосинтезирующие. Общие эргономические требования.

ГОСТ 30.001-83 Система стандартов эргономики и технической эстетики. Основные положения.

ГОСТ 21753 -76 Система человек-машина. Рычаги управления. Общие эргономические требования.

ГОСТ 21829-76 Система человек-машина. Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования.

ГОСТ 21889-76 Система человек-машина. Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.

ГОСТ 22269-76 Система человек-машина. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места.

ГОСТ 23000-78 Система человек-машина. Пульт управления. Общие эргономические требования.

ГОСТ 23852-79 Покрытия лакокрасочные. Общие требования к выбору по декоративным свойствам.

ГОСТ 26387-84 Система человек-машина. Термины и определения.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борисовский Т. Б. Эстетика и стандарт. – М.: Издательство стандартов, 1983.
2. Борисюк А. А. Эргономика в приборостроении. – К.: Техника, 1985.
3. Волкотруб И. Т. Основы художественного конструирования. – К.: Вища школа, 1988.
4. Вудсон У., Коновер Д. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников конструкторов, – М.: Мир, 1968.
5. Даниляк В. И., Муников М. В., Федоров М. В. Эргодизайн, качество, конкурентноспособность. – М.: Издательство стандартов, 1990.
6. Дж. К. Джонс. Инженерное и художественное конструирование. Современные методы проектирования. – М.: Издательство стандартов, 1991.
7. Шпара П. Е., Шпара И. П. Техническая эстетика и основы художественного конструирования. К.: Вища школа, 1989.
8. Эргономика. Лабораторные работы. Под ред. проф. Т. В. Дуганова.- К.: Высшая школа, 1976.
9. Altai. Katalog bersicht. GmbH Rosenheimer strasse 10 28219 Bremen Germany.
10. Cole-Parmer 97-98. Serving the Research and Technical Communities Worldwide. Cole-Parmer Instrument Company 625 East Bunker Court Vernon Hills, Illinois 60061-1844 U.S.A.
11. RS Components. Der Katalog das Original. Mrz/August’95. RS Components Limited, PO Box 99, Corby, Northants NN17 9RS United Kingdom, An Electrocomponents Company.