

УДК 331.101.1

д.т.н., професор Линник І.Е.,
email: linnik.xnugx@gmail.com, ORCID/ 0000-0002-8972-3250,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

МЕТОДИ ЕРГОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ДИЗАЙНУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Проаналізовано основні дослідження і етапи розвитку ергономіки. Визначено основні методи ергономіки, що використовуються при проектуванні дизайну міського середовища: розчленування й об'єднання елементів системи, психологічні (спостереження, експеримент, анкетування), фізіологічні (психофізіологічні, електрофізіологічні, біотелеметрія), математичні, імітаційні й статистичні.

Ключові слова: ергономіка, дизайн міського середовища, методи ергономічних досліджень.

Вступ

Методичною базою ергономіки є системний підхід. На його основі в ергономічних дослідженнях використовуються методи різних наук, на стику яких виникають і вирішуються якісно нові проблеми вивчення системи «людина–техніка–середовище». При цьому відбувається певна трансформація використовуваних методів, що призводить до створення нових прийомів дослідження [1].

Аналіз досліджень з ергономіки

У розвитку ергономіки можна виділити три етапи [3]. На першому етапі основним завданням було підвищення продуктивності праці. Головні ідеологи цього етапу – Ф. Тейлор, Ф. Джилберт, І.М. Шпількейн, С.Т. Гелерштейн та ін. [2]. Людину при цьому розглядали як деякий ресурс і визначали, має чи не має ця людина здібностей для виконання певної роботи. Якщо людина має такі здібності, тоді визначали, наскільки інтенсивно можна її експлуатувати. У результаті досліджень Ф. Тейлора та його учнів була створена й впроваджена у виробництво концепція інженерного проектування методів роботи, хоча тейлоризм розглядав людину як частину машини або як додаток до неї та призвів до посилення інтенсивності праці, до надмірної нервової та фізичної напруженості робітників.

На другому етапі основним завданням ергономіки є не підвищення продуктивності праці, а попередження зривів. Основна ідея такого підходу – узгодження дій людини і техніки, забезпечення нормальних умов роботи, виявлення обмежень людини і закономірностей функціонування досліджуваних процесів.

Якщо на першому етапі розглядалися властивості людини в процесі праці, то на другому етапі предметом дослідження стає сама людина, її властивості та функції [4]. Людина не розглядається як ланка, що включена в технічну систему, а навпаки, техніка розглядається як засіб, включений у діяльність людини, не тільки як працівника, а й як творчу особистість [5]. Таким чином, виникла ідея гуманізації праці і, відповідно, новий тип організації виробництва – з урахуванням властивостей людини (задоволеність працею, мотивація, творчість тощо).

Дослідженням функціонального стану людини-оператора в різних галузях займалися Л.С. Виготський, А.Н. Леонт'єв, Б.Ф. Ломов, Н.П. Бехтерева, В.Н. М'ясищев, В.Ф. Венда, Ю.П. Пономаренко [6–8].

Третім етапом розвитку ергономіки стає її впровадження в інші сфери діяльності, крім праці – навчання, відпочинок тощо [5]. Ергономіка починає враховувати навіть національні особливості працівників і переходить до аналізу вільної людської дії. Питаннями організації навчального процесу у вищих навчальних закладах з точки зору ергономіки займалися А.Т. Ашеров [9], О.М. Рева [10], Е.В. Гаврилов [11] та інші вчені. Проблемам проектування дизайну міського середовища присвячені роботи В.П. Мироненка [12,13], П.А. Нагорного [14], С.В. Зоколя [15] та ін.

Основні методи ергономіки, що використовуються при проектуванні дизайну міського середовища

При проведенні теоретичних досліджень широко використовують два методи: *розчленовування* й *об'єднання* елементів системи (об'єкта, явища) [16]. В основі цих методів лежать загальнонаукові методи аналізу й синтезу.

У процесі розчленовування виділяють суттєві і несуттєві параметри, основні елементи і зв'язки між ними. Після розчленовування об'єкта вивчають вид взаємозв'язку елементів і здійснюють моделювання цих елементів. Нарешті, моделі елементів поєднують у складну модель об'єкта. Метод розчленування базується на основних принципах *редукціонізму*.

Протилежним розчленуванню є метод об'єднання. В основі цього методу лежить стратегія *інтегративізму*. Метод об'єднання і пов'язаний з ним комплексний підхід знаходять свою реалізацію в різних концепціях, які найчастіше поєднуються під назвою «загальної теорії систем» чи «системології».

За способом отримання даних про діяльність людини визначають наступні ергономічні методи: психологічні (спостереження, експеримент, анкетування), фізіологічні (психофізіологічні, електрофізіологічні, біотелеметрія), математичні, імітаційні й статистичні [1].

За допомогою *психологічних методів* здійснюється аналіз діяльності оператора в реальних або лабораторних умовах, проводиться оцінка впливу різного роду факторів на діяльність оператора та її результати [7]. Застосування психо-

логічних методів здійснюється за двома основними напрямками: з метою дослідження або з метою випробувань. У результаті досліджень встановлюються певні чинники і закономірності, розкриваються механізми діяльності оператора, проводиться психологічний аналіз діяльності.

Основними психологічними методами, застосовуваними в ергономіці, є *спостереження і експеримент*.

Під час спостереження виявляють професійно значущі особливості психічних процесів шляхом вивчення і зіставлення зовнішніх проявів діяльності людини, міміки, мови і результатів його праці (фотографування, відеозйомка, бесіди з операторами, анкетування).

Під час експерименту вивчають психологічні особливості діяльності оператора, викликані зміною умов, мети або способу виконання цієї діяльності. Експеримент може бути лабораторним або природним .

Лабораторний експеримент – це один з різновидів моделювання діяльності оператора. Він може бути синтетичним або аналітичним. Під час синтетичного експерименту намагаються відтворити більш точно всі цілі й умови певного виду трудової діяльності. Зазвичай для цього використовують різні стенди, тренажери, імітатори. При аналітичному експерименті в лабораторних умовах відтворюють тільки якийсь один елемент трудової діяльності, всі інші елементи при цьому свідомо виключаються.

Одним з найбільш продуктивних методів вивчення діяльності оператора є природний експеримент. У природному експерименті випробуваний працює, не знаючи, а найчастіше, забуваючи, що він є об'єктом дослідження [1].

Фізіологічні методи застосовуються для вивчення функціонального стану оператора в процесі трудової діяльності, для визначення реакції різних систем організму на виконання певної діяльності [7,17]. Під час досліджень вимірюють час реакції, визначають пороги і динаміку чутливості, досліджують перцептивні, мнемонічні, когнітивні процеси і особистісні характеристики.

Найбільш широке поширення серед фізіологічних методів набули **методи електрофізіології**, що вивчають електричні явища в організмі людини при різних видах його діяльності. Вони дозволяють оцінювати часові параметри багатьох процесів, топографію, механізми їхнього регулювання тощо. До них відносяться [1]:

- електроенцефалограма (ЕЕГ) – вимірювання електричної активності головного мозку, що дає можливість якісного та кількісного аналізу функціонального стану власної активності мозку та його реакцій на дії подразників;
- електроміограма (ЕМГ) – вимірювання електричної активності м'язів;
- електрокардіограма (ЕКГ) – вимірювання електричної активності серця;

– електроокулограма (ЕОГ) – запис електричної активності зовнішніх м'язів очного яблука – об'єктивний показник переміщення погляду людини при розгляданні будь-якого об'єкта;

– шкірно-гальванічна реакція (ШГР) – зміна різниці потенціалу;

– пневмограма (ПГ) – визначення характеру дихання.

Дослідження тільки одного фізіологічного показника не дає однозначної відповіді про стан досліджуваної людини. Тому на практиці застосовують поліефекторний метод, що полягає в одночасному записі та аналізі цілого комплексу показників.

Біотелеметрія – дистанційне дослідження функцій і вимірювання показників життєдіяльності людини, яке здійснюється в реальній обстановці протягом тривалого часу [1,7].

Фіксація кількісного і якісного зниження працездатності, а також порушення координації процесів, пов'язаних з виконанням робіт, дозволяє спостерігати за розвитком стомлення без відриву людини від трудового процесу, причому часто виявляється зниження працездатності ще до зміни кількісних та якісних показників роботи.

Особливе значення має ергономічний аналіз трудової діяльності, в ході якого складається її характеристика – **професіограма**, що включає вимоги, які пред'являє діяльність людини до технічних засобів та її психофізіологічних властивостей.

Математичні методи використовуються при статистичній обробці результатів спостережень; пошуку залежностей, що описують співвідношення між досліджуваними змінними; побудові моделей діяльності людини [1, 7].

До математичних методів відносяться:

теорія інформації; теорія масового обслуговування; теорія автоматів; теорія статистичних рішень.

Найчастіше використовують комбінацію різних методів.

Імітаційні методи – це методи дослідження, при яких досліджувану систему замінюють моделлю, що з достатньою точністю описує реальну систему [1,7]. Експериментування з моделлю називають імітацією, що є різновидом математичних методів. Вона може мати детермінований або статистичний характер. У першому випадку за результатами експерименту будують модель, що описує поведінку людини. Тоді можна перевірити гіпотезу, відкоригувати її та розглянути поведінку об'єкта в різних умовах. Статистична імітація заснована на дослідженні впливів випадкових факторів на поведінку людини безпосередньо в ході моделювання.

Види імітаційного моделювання [1,7]:

анкетне моделювання; дискретно-подієве моделювання; системна динаміка.

Імітаційні методи займають проміжне положення між експериментальними й математичними методами.

Математичні методи не завжди можуть бути використані для вивчення та аналізу діяльності оператора. Тоді корисні результати дає застосування **статистичного моделювання** [1,7]. Воно базується на методі статистичних випробувань (метод Монте-Карло). Метод заснований на імітації впливу випадкових факторів на діяльність людини і функціонування системи «людина – техніка – середовище» безпосередньо під час моделювання.

В ергономічних дослідженнях знаходять застосування **методи біомеханіки**. **Біомеханіка** – розділ природничих наук, що вивчає на основі моделей і методів механіки механічні властивості живих тканин, окремих органів і систем, або організму в цілому, а також механічні явища, які в них відбуваються [1].

Методи біомеханіки: прискорена кінозйомка, циклографія, кіноциклографія, відеозапис, тензометрія, електрична реєстрація механічних величин за допомогою датчиків кутових переміщень, опорних динамографів та ін. За їх допомогою характеризується рухова активність людини з точки зору ефективності трудових рухів, роботи різних ланок опорно-м'язового апарату [1].

Соматографічні й макетні методи вирішення ергономічних завдань використовуються для вибору оптимальних співвідношень між пропорціями людської фігури, формою і розмірами робочого місця, машини (предмета), її елементів [1,17]. Соматографія дозволяє розраховувати зони легкої та оптимальної доступності, знаходити оптимальні способи організації робочого місця з урахуванням пропорційних співвідношень між елементами обладнання та людиною.

Менш трудомістким і більш ефективним є **метод плоских манекенів** (шаблонів-моделей), тіла з шарнірними зчленуваннями. За допомогою схематичного шаблону можна перевіряють співвідношення пропорцій людської фігури з розмірами і формою робочого місця; досяжність органів управління і зручність їх розміщення; оптимальні й максимальні межі зони досяжності кінцівок; огляд з робочого місця і умови зорового сприйняття; зручність форми робочого місця, простору для маніпулювання, сидіння, пульта та т. ін.; зручність підходу до робочого місця або відходу з нього, оптимальні розміри проходів, комунікацій [1].

Макетні методи засновані на застосуванні макетування проектованого обладнання в різному масштабі та різним ступенем деталювання. При цьому використовуються об'ємні антропоманекени – мультимени.

Метод перцентилей використовують для визначення необхідних меж інтервалів, мінімальних і максимальних значень антропометричних ознак. Перцентиль (відсоток) – значення антропометричні ознаки для сотої частки сукупності виміряних людей.

Висновки

Описані методи ергономічного дослідження безпосередньо зникаються, переплітаються графікою за рахунок використання технічних засобів і програмного забезпечення з дизайнпроекуванням. Дизайнер спочатку представляє ситуацію подумки, потім більш предметно відображає її в серії графічних ескізів, потім в тривимірних макетах, муляжах і манекенах, нарешті – в дієвому натурному відтворенні. При необхідності ведеться фіксування фото або відео способом.

Специфіка ергономічного підходу обумовлена його спрямованістю на проектування і необхідністю одночасного врахування комплексу властивостей і параметрів системи «людина – техніка – середовище» та її компонентів.

Література

1. Чумакова Е.М. Основы эргономики: Рабочая учебная программа дисциплины – М. : МГУТУ, 2013. – 26 с.
2. Тейлор Ф. Принципы научного менеджмента [Электронный ресурс] / Ф. Тейлор. – 1911. – Режим доступа : <http://www.ek-lit.agava.ru/books.htm>.
3. Линник І.Е. Теоретичні основи прогнозування еволюції ергономічної системи «водій – транспортний засіб – транспортна мережа – середовище» : дис. ... доктора техн. наук : 05.01.04 / Ірина Едуардівна Линник. – Харків, 2013. – 349 с.
4. Слободчиков В.И. Основы психологической антропологии. Психология человека : Введение в психологию субъективности / В.И. Слободчиков, Е.И. Исаев. – М. : Школа-Пресс, 1995. – 384 с.
5. Зинченко В.П. Основы эргономики / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 344 с.
6. Мясищев В.Н. Психология отношений : под ред. А.А. Бодалева / М. : Ин-т практ. психологи, 1995. – 356 с.
7. Основы инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М. : Высшая шк., 1986. – 448 с.
8. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации / В.Ф. Венда. – М. : Машиностроение, 1982. – 344 с.
9. Ашеро́в А.Т. Методы и модели обучения студентов компьютерных специальностей эргономической экспертизе трудовой среды / А.Т. Ашеро́в, В.В. Малёванная. – Харьков : НТМТ, 2009. – 151 с.
10. Рева О.М. Принципы системного підходу до вдосконалення навчально-виховного процесу у ВНЗ / О.М. Рева, О.В. Сіроштан, С.О. Дудник // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании : сб. науч. тр. по м-лам междун. науч.-практ. конф. – Одесса, 15–25 декабря 2007 г. – Одесса : Черноморье, 2007. – т. 15. Педагогика, психология и социология. – С. 78–82.
11. Гаврилов Е.В. Динаміка причинно-наслідкових відносин у процесі навчання студента / Е.В. Гаврилов, А.М. Горбунова // Нові технології навчання. – 1995. – Вип. 13. – С. 192–196.
12. Мироненко В.П. Эргономические принципы архитектурного проектирования / В. П. Мироненко. – Харьков : Основа, 1998. – 120 с.
13. Мироненко В.П. Эргономика в архитектуре / В.П. Мироненко. – М. : ВНИИТАГ, 1988. – 47 с.

14. Мироненко В.П., Современные проблемы дизайна архитектур-ной среды / В.П. Мироненко, П.А. Нагорный // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. – Київ : Техніка, 2001. – Вып. 33. – С. 3–10.

15. Зоколей С.В. Архитектурное проектирование, эксплуатация объектов, их связь с окружающей средой / С.В. Зоколей. – М. : Стройиздат, 1984. – 670 с.

16. Системологія на транспорті. Підручник у 5 кн. / Під заг. ред. Дмитриченка М.Ф.– Кн. II: Технологія наукових досліджень і технічної творчості / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, І.Е. Линник та ін. – Київ : Знання України, 2007. – 316 с.

17. Давідіч Ю.О. Ергономічне забезпечення транспортних процесів / Ю.О. Давідіч, Є.І. Куш, Д.П. Понкратов. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 392 с.

д.т.н., профессор Линник И.Э.,
Харьковский национальный университет
городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

МЕТОДЫ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДИЗАЙНА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Проанализированы основные исследования и этапы развития эргономики. Определены основные методы эргономики, используемые при проектировании дизайна городской среды: расчленение и объединение элементов системы, психологические (наблюдение, эксперимент, анкетирование), физиологические (психофизиологические, электрофизиологические, биотелеметрии), математические, имитационные и статистические.

Ключевые слова: эргономика, дизайн городской среды, методы эргономических исследований.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Lynnyk I.,
O.M. Beketov National University of Municipal Economy in Kharkiv

METHODS OF ERGONOMIC RESEARCHES IN DESIGN OF THE CITY ENVIRONMENT

The basic researches and stages of development of ergonomics are analyzed. The main methods of ergonomics used in the design of the urban environment are identified: the dismemberment and integration of the elements of the system, psychological (observation, experiment, questioning), physiological (psychophysiological, electrophysiological, bio-telemetry), mathematical, imitative and statistical.

Keywords: ergonomics, urban environment design, ergonomic research methods.