

5. Jordan E. G., Cooper P. J., Martini G., Bennett M. D., Flavell R. B. The effect of temperature and aging on root apical meristems during seedling growth of *Triticum aestivum* L.: a specific effect of the nucleoli // *Plant Cell Environ.*—1985.—8.—P. 325—331.
6. Neumann D., Nover L. Heat shock-induced changes in cell ultrastructure // *Heat shock response.* — Boca Raton: CRC Press, 1991.—P. 282—298.
7. Sato S., Kurihara M. Argyrophilic nucleolus-associated chromatin in epidermal cells of *Vicia faba* induced by cold treatment // *Protoplasma.*—1986.—133.—P. 73—82.
8. Sato S., Yamada M. Effect of hypoxia on nucleoli in excised root tips of *Vicia faba* // *Cytologia.*—1996.—61.—P. 209—214.
9. Shen-Miller J., Hinchman R. R. Nucleolar transformation in plants grown on clinostats // *Protoplasma.*—1995.—185.—P. 194—204.
10. Yamada M., Sato S. Effect of hypoxia on nucleoli in excised root tips of *Vicia faba*: immunoelectron microscopy using anti-DNA antibodies // *Cytologia.*—1996.—61.—P. 403—410.
11. Yano H., Sato S. Alterations of the intranucleolar DNA

localization caused by hypoxic conditions in excised root tips of *Allium cepa* // *J. Electron. Microsc.*—1999.—48, N 6.—P. 947—955.

INFLUENCE OF CLINOROTATION AND MICROGRAVITY ON ULTRASTRUCTURE AND FUNCTIONS OF PLANT CELL NUCLEOLI

M. A. Sobol'

Influence of the clinorotation on the growing of *Lepidium sativum* plants during two days has been studied. It has been shown that altered gravity causes irregular growth of the plants at organism level and certain ultrastructural alterations of root meristem cell nucleoli at subcellular level. It has been suggested that altered gravity causes decrease of nucleolus functional activity in root cells on different levels. This decrease can be excited with general alterations of cell metabolism under clinorotation, in particular, happen due to altered gravity effect on the protein-synthesizing apparatus and on the nucleolus as its most important link.

УДК 159.9:62 (ББК 30.17)

ПРОГНОЗУВАННЯ НАУКОВОГО РОЗВИТКУ ЕРГОНОМІКИ КОСМОСУ

© О. В. Шевяков

Дніпропетровський державний університет

Наведено дані про становлення та розвиток відносно нового та перспективного напрямку науки і техніки — космічної ергономіки, проаналізовано її сучасні завдання, окреслені перспективи, що відповідають рівневі сучасних досягнень. Розкривається сутність ергономічного забезпечення розробки та експлуатації складних людино-машинних систем.

Одним із головних завдань космічної ергономіки є збереження здоров'я та підвищення працездатності космонавтів, інших членів екіпажів космічних апаратів, фахівців наземних систем управління польотами та обслуговування космічної техніки [1].

Традиційний шлях вирішення цих завдань полягає у дотриманні гігієнічних умов праці, нормуванні космічного навантаження, у створенні засобів захисту від шкідливих впливів, у проведенні оздоровчих заходів. Але існує інший шлях, що полягає у впливі безпосередньо на процес діяльності, — на психічні та фізіологічні функції, на яких ґрунтується цілеспрямована переробка інформації та витрати енергії людиною, а також на раціональну побудову технічних засобів. Цей шлях реалізується інженерами при створенні космічних апаратів, інструкторами та методистами космічної підготовки у процесі навчання та тренувань. При цьому далеко не завжди використовуються отримані в психології та фізіології дані про характеристики людини [2].

В останні роки з'явилась реальна можливість та практична необхідність об'єднання цих двох шля-

хів, для того щоб комплексно забезпечувати високоефективну діяльність космічних фахівців, починаючи від стадії замовлення космічної техніки і закінчуючи періодом її експлуатації у народному господарстві. В цьому і полягає сутність космічного напрямку ергономіки як науково-практичної дисципліни, що має метою підвищення ефективності космонавтики, безпеки та регулярності польотів за умов збереження здоров'я членів екіпажів та фахівців, що забезпечують польоти [3].

Існує два різних розуміння ергономіки. Перше — формально-організаційне. Ергономіка з цього боку є роботою з об'єднання та спільного використання на практиці сукупності різноманітних рекомендацій та методів (гігієнічних, фізіологічних, системно-технічних, соціологічних, психологічних, техніко-естетичних тощо). Друге — змістовно-специфічне. Ергономіка з цього боку є спеціальною науково-практичною дисципліною зі своїм предметом, методами та самостійними завданнями.

Предметом ергономіки як науки є вивчення системних закономірностей взаємодії людини або гру-

пи людей з технічними засобами, предметом трудової або навчальної діяльності і середовищем у процесі досягнення мети діяльності або в процесі професійної підготовки до її виконання. Завданням ергономіки як сфери практичної діяльності є проектування та удосконалення процесів (засобів, алгоритмів, прийомів) діяльності, засобів підготовки (навчання, тренувань, адаптації) до неї, а також тих характеристик засобів та умов праці, які безпосередньо впливають на параметри діяльності і стани людини, в інтересах підвищення якості та ефективності праці, збереження здоров'я та розвитку особистості працівника. Специфічними методами ергономіки є прийоми багатофакторного експериментального дослідження систем «людина — знаряддя — предмет праці — середовище», математичного моделювання, аналізу, проектування та оптимізації процесів, засобів та умов діяльності у таких системах [4, 5].

Таким чином, ергономіка асимілює дані різних наук про людину та техніку та використовує їх при створенні та експлуатації технічних засобів. Для космічної ергономіки такий підхід полягає у наступному:

а) окрім критеріїв здоров'я та функціонального стану фізіологічних систем, обов'язково використовуються критерії якості діяльності (точність дотримання космонавтом параметрів польоту, характеристики розподілу уваги тощо);

б) нормування фізіолого-гігієнічних факторів за граничним принципом (гранично припустимі концентрації речовин у повітрі, максимально переносимі навантаження тощо) доповнюється нормуванням за динамічним принципом, тобто вибором доцільних значень факторів із залежності показників якості діяльності та стану організму від величини впливаючих факторів;

в) значно більша увага приділяється не на розробку рекомендацій, що спрямовані на компенсацію недоліків космічної техніки в процесі експлуатації, а на попередження цих недоліків у процесі створення зразків космічної техніки.

В результаті сучасна космічна ергономіка вирішує багато питань. Наприклад, створюються спеціальні види захисно-компенсуючого знаряддя космонавтів, що добре забезпечує як стан кровообігу й дихання, так і рухливість кінцівок, обзорність та розбірливість мови; виділяється комплекс умов, що забезпечують не тільки перенесення, але й можливість високої якості діяльності при значних перевантаженнях тощо. На етапі експлуатації ергономічні питання виникають при вирішенні експертних завдань, в процесі забезпечення тренажерної підготовки та при дослідженні аварійних випадків. Так, наприклад, експертиза придатності до льотної

діяльності повинна проводитись також із залученням даних про особливості виконання космонавтом тих чи інших робочих операцій: якщо космонавт намагається не створювати значних перевантажень, то необхідно провести диференційну діагностику можливих причин цього явища, що пов'язані або зі станом серцево-судинної системи, або з мотиваційним фактором, або з невмінням контролювати весь необхідний комплекс показників динаміки польоту.

Ергономічне забезпечення підготовки космонавтів на тренажерах не буде повноцінним, якщо контролюються лише показники вегетативних реакцій і не враховуються показники якості навчання. Особливо важливе значення має ергономічний підхід при з'ясуванні причин аварійних випадків. Ергономіст (як головний фахівець з «людського фактора») повинен зрозуміти в деталях всю сукупність причинно-наслідкових відносин, включаючи сюди не лише умови, що визначають працездатність, але й структуру самого процесу виконання космонавтом дій, характер його взаємин з ракетними системами, з обладнанням. Але найважливішим є те, що ергономісти беруть участь безпосередньо у проектуванні та випробуваннях нової космічної техніки. Фактично ергономіка стала тією базою, на якій розвивається система забезпечення розробки та експлуатації космічної техніки.

Ергономіка взагалі та космічна ергономіка зокрема виникли як наслідок практичної реалізації давно висунутої ідеї системного підходу до урахування характеристик людини при створенні ефективної і безпечної техніки, висококваліфікованої та гуманної технології виробництва. В авіакосмічній медицині ергономічний напрямок фактично народився 1926 р., коли М. М. Добротворський як керівник Центральної психофізіологічної лабораторії Повітряного флоту поставив завдання комплексного використання всіх даних про людину з метою не лише забезпечення показників здоров'я та високих психологічних якостей льотного складу, але й проектування зручної кабіни літака і удосконалення льотної підготовки. Тоді це завдання не могло бути реалізованим у повному обсязі. Зараз авіаційна та космічна ергономіка міцно увійшла у життя. Специфічною її рисою є системність, яка реалізується у трьох напрямках.

По-перше, людина та її діяльність розглядається як провідний компонент системи «людина — машина — предмет праці — середовище».

По-друге, людина розглядається як особистість та організм у взаємозв'язку всіх психологічних та фізіологічних процесів, анатомічних властивостей, що лежать в основі діяльності та пристосування до навколишнього середовища.

По-третє, практична робота з обліку характеристик людини при розробці та експлуатації космічної техніки розглядається як організаційна система, що охоплює всі стадії життя цієї техніки, починаючи із задуму і закінчуючи практичним використанням.

Системотворюючий фактор для всіх трьох напрямків єдиний — досягнення необхідного рівня ефективності експлуатації космічної техніки за критеріями її призначення (регулярність та безпека польотів, економічність тощо) при умові збереження здоров'я та максимального задоволення потреб користувачів та інших людей, що стикаються з космічною технікою.

Потреба у ергономічному забезпеченні виникла тому, що види забезпечення, що існували раніше у розробці та експлуатації космічної техніки, відносно ізольовано враховували різні групи властивостей людини та властивостей технічних засобів. За останні роки став формуватись синтетичний підхід. Окрім гігієнічних та фізіологічних питань, що відносяться головним чином до умов існування, ергономічне забезпечення стало містити в собі питання інженерної психології, а також низку технічних та експлуатаційних питань. Як наслідок цього виникло ергономічне проектування, яке полягає у проведенні дослідницьких, організаційно-методичних, проектувальних та експертних робіт, спрямованих на системний облік фізіологічних, психологічних та анатомічних властивостей людини, що проявляються при її взаємодії з технічними засобами та зовнішнім середовищем на всіх стадіях створення та експлуатації космічної техніки, а також у процесі розробки методів формування необхідної кваліфікації та працездатності фахівців, що управляють космічною технікою або обслуговують її.

Ергономічне забезпечення спрямоване на формування та удосконалення ергономічних якостей зразків космічної техніки, а також ергономічних якостей методів та засобів формування та підтримання професійних властивостей та функціональних станів фахівців (тобто система формування та підтримки працездатності операторів — ФППО).

Ергономічне забезпечення розробки космічної техніки є складовою частиною загального проектування її зразків. Як і кожна проектувальна робота, ергономічне забезпечення є пошуком розумних компромісів. Тому вихідні дані граничного типу (наприклад, гранично допустимі концентрації тих чи інших домішок у повітрі кабін) малопридатні. Потрібні залежності, що пов'язують параметри якості діяльності фахівців з параметрами наданих йому засобів та умов діяльності. Такі залежності дають можливість впроваджувати багатофакторну оптимізацію ергономічних якостей зразків космічної техніки та системи ФППО.

Нами проведено відповідні дослідження з оптимізації операторської діяльності, що пов'язана із взаємодією користувача з дисплейними відеокадрами персональних ЕОМ. Створені та апробовані методики аналітичних та емпіричних досліджень операторської діяльності, для чого залучалися психологічні, фізіологічні та психофізіологічні методики, що дозволяють у реальному масштабі часу отримувати достатню інформацію, що характеризує ефективність і якість діяльності фахівців-операторів, а також «психофізіологічну вартість» роботи, що виконується. Отримані залежності, що описують зв'язок ергономічної якості технічних засобів діяльності та якості діяльності оператора, що прогнозується. Це дозволяє перейти до процесу моделювання операторської діяльності та прогнозування успішності її виконання, уникнути широкомасштабних експериментальних досліджень у системах-аналогах та прототипах.

Інформаційні системи, що ґрунтуються на дисплейних відеокадрах ПЕОМ, широко використовуються у космічних технологіях, але не завжди відповідають ергономічним вимогам щодо зручності та ефективності взаємодії з ними працюючої людини. Тому нами прогнозується певний попит у недалекому майбутньому на аналогічні дослідження з метою ергономічного удосконалення дисплейних відеокадрів ПЕОМ та характеристик діяльності операторів у широкомасштабних виробництвах та інформаційних технологіях.

1. Заракowski Г. М. Эргономическое обеспечение разработки и эксплуатации авиационной техники // Авиационная медицина (Руководство) / Под. ред. Н. М. Рудного, Н. В. Васильева, С. А. Гозулова. — М.: Медицина, 1996. — С. 503—518.
2. Мейстер Д. Эргономические основы разработки сложных систем: Пер. с англ. — М.: Мир, 1999. — 250 с.
3. Шевяков О. В. Сучасні психологічні проблеми ергономіки (за зарубіжними матеріалами): Навч. посібник. — Дніпропетровськ: ДДУ, 1998. — 56 с.
4. Юданов А. Ю. Сколько путей ведет к успеху: Разнообразие конкурентных стратегий аэрокосмических фирм США // США — экономика, политика, идеология. — 1991. — № 11. — С. 47—49.
5. Meister D. Human Factors testing and evaluation. — Amsterdam: Elsevier Science Publ. B.V., 1996. — S. 16—19.

PROGNOSIS OF SCIENTIFIC DEVELOPMENT OF SPACE ERGONOMIC

O. V. Shevyakov

The data about the making and development the relatively new and perspective orientation of science and technic-space ergonomic are given. Up-to-date tasks and perspectives of this orientation which are responsible for existence level of achievements are analyzed. An essence of ergonomic providing with develop and exploitation of complex people-machine systems is disclosed.