

МОДЕЛЮВАННЯ ШТУЧНОГО КЕРУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ І НАВЧАННЯ АВТОГОНЩИКІВ

Олег РИБАК

Львівський державний університет фізичної культури

Мета роботи: розробка спеціального тренажера-симулятора для тестування та спортивно-технічного удосконалення автогонщиків.

Завдання: наукове обґрунтування концептуальної схеми тренажера-симулятора для тестування і спеціальної підготовки автогонщиків; створення робочої документації, виготовлення експериментального зразка тренажера і його практичні випробування; розробка практичних рекомендацій стосовно методики проведення занять і тестувань.

Методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення, педагогічне спостереження змагальної діяльності в автомобільному спорті, комп'ютерний аналіз цифрової відеозйомки, математичне моделювання.

Анотація. Серйозна спортивна підготовка немислима без застосування тренажерів. Істотною вимогою до штучного керуючого середовища є відповідність закладених у тренажері принципів моделювання механічних факторів та умов інформаційного забезпечення спортсмена його об'єктивній руховій діяльності.

Розроблений нами тренажер складається з нерухомого підрамника і рухомого шасі з двома ступенями свободи, на якому встановлене сидіння та органи керування автомобілем. Імітація інерційних переважань за рахунок зміни напрямку вектора сили тяжіння забезпечується нахилами шасі силовими пневмоциліндрами. Рух автомобіля на екрані монітора імітує відтворювач „SONY Play Station” або ПК з мультимедійним проектором.

Конструкція тренажера передбачає вибір необхідних установок, перетворення керуючих дій спортсмена у відповідні електричні сигнали, які передаються на електронний блок, та викликають нахили шасі відносно фронтальної і сагітальної осей відповідно до кута повороту керма і дій на педалі, а також відображення на екрані монітора поведінки автомобіля на дорозі з імітацією звукових шумів та вібрацій. Зворотна інформація до спортсмена поступає через зоровий слуховий, вестибулярний та шкірно-тактильний аналізатор.

Ключові слова: кібернетика, керування, моделювання, інформаційна структура, механічні впливи, системоутворюючі фактори, рухова навичка, біомеханічна структура, тренажер, штучне керуюче середовище, рухове навчання і удосконалення, автоспорт, робоче місце, ступені свободи, інерційні переважань, зворотній зв'язок.

Постановка проблеми: Змагальна діяльність в автомобільному спорті здійснюється у складному середовищі, яке утворюють три системоутворюючі фактори: спортсмен – автомобіль – траса змагання. Оптимізація взаємодії ланок у такій системі є основним завданням наукових досліджень [6, 8 та ін.].

Процес підготовки автогонщиків спрямований передусім на оптимізацію керуючих дій спортсмена в кожній ситуації, які здійснюються опосередковано через органи керування аналогового характеру. Так як зворотні сигнали, які поступають від системи через органи керування до кори головного мозку водія, у сотні разів менші від результуючого ефекту її поведінки, змагальна діяльність вимагає від гонщика високої інтенсивності аналізуючої і синтезуючої розумової діяльності.

Враховуючи високу капіталоемкість та підвищений рівень небезпеки автомобільних перегонів, засвоювати і удосконалювати складні технічні прийоми керування автомобілем бажано на тренажерах в стандартних лабораторних умовах штучного керуючого середовища. Для цього необхідні спеціальні тренажери-симулятори, умови роботи на яких максимально наближені до реальних умов змагальної діяльності.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій: Сучасна спортивна підготовка досягнула видимого прогресу завдяки впровадженню у педагогічний процес кібернетичних принципів керування, у тому числі і різноманітних тренажерних пристроїв [1, 4, 5 та ін.].

Тренажери – це пристрої, за допомогою яких в процесі рухового навчання і удосконалення моделюються необхідні умови виконання майбутніх реальних рухових дій. Тренажери класифікуються за призначенням, спрямованістю, галуззю та способом моделювання і за характером інформаційного обміну [3].

Зовнішнє середовище характеризується надзвичайною різноманітністю. Найбільш істотно на процес навчання руховим діям і рухове удосконалення впливають механічні фактори (сили гравітації, інерції, взаємодії з спортивними приладами та іншими тілами) та умови інформаційного забезпечення спортсмена, включаючи надтерміновий зворотній зв'язок та взаємодію з іншими людьми.

Оскільки тренажери дозволяють моделювати різноманітні фактори і явища зовнішнього середовища та взаємодію цього середовища з людиною, найбільш істотною вимогою є відповідність закладених у них принципів моделювання об'єктивній реальності рухової діяльності у конкретному виді спорту [2].

Бажано, щоб при виконанні вправ на тренажері і в умовах змагальної діяльності співпадали як кінематика і топографія працюючих м'язів, так і інтенсивність м'язової роботи та її характер (залежність сили від швидкості руху і часу) [3].

Досвід програмованого навчання в спорті показує, що без застосування спеціальних технічних засобів неможливо досягнути високого рівня узгодженості інформаційних потоків у структурі тої чи іншої педагогічної системи. Дослідження інформаційної структури системи керування формуванням складних рухових навичок – це перший етап створення технічних засобів навчання. Другий етап – це створення біомеханічних моделей рухової діяльності (біомеханічних та інформаційних алгоритмів і цільових програм навчання). Третій етап – це конструювання спеціальних засобів, які допомагають спортсмену матеріалізувати кожну операцію запропонованих алгоритмів і програм навчання безпосередньо в тренувальному процесі. Таким чином створюється штучне керуюче середовище спортивного тренування [2].

Використання в конструкції тренажерів ЕОМ дає можливість в масштабі реального часу моделювати умови штучного керуючого середовища і розраховувати кінематичні і динамічні параметри рухової діяльності [7].

Тренажерна підготовка в автомобільному спорті дає можливість засвоїти раціональні способи керування автомобілем, вивчити основні елементи рухових дій, їх послідовність та взаємозв'язок. Водії навчаються найбільш ефективно використовувати силу м'язів, уникати непродуктивних дій, скорочувати час їх виконання [8].

Проте, не зважаючи на рекомендації багатьох авторів широко використовувати у спеціальній підготовці та контролі автогонщиків тренажерні пристрої [6, 8 та ін.], до цього часу відповідні сучасним вимогам [1–5 і 7] конструкції не розроблені і не використовуються. Тому обрана нами тема дослідження є актуальною і має велике практичне значення.

Мета роботи: розробка спеціального тренажера-симулятора для тестування та оцінки спортивно-технічної майстерності спортсменів-автогонщиків у стандартних умовах, а також оволодіння новими складними технічними елементами та спеціальної техніко-тактичної підготовки ралійних екіпажів, проведення наукових експериментів та змагань, який би відповідав основним параметрам реальної системи „спортсмен – автомобіль – траса” і відігравав роль штучного керуючого середовища у педагогічному процесі навчання специфічним руховим діям.

Завдання:

1. Наукове обґрунтування концепції та основних вимог до конструкції спеціального тренажера-симулятора для тестування і спеціальної підготовки автогонщиків.
2. Створення робочої документації та виготовлення експериментального зразка тренажера, його практичні випробування.
3. Розробка практичних рекомендацій стосовно технічних установок, умов та методики проведення занять і тестувань на тренажері-симуляторі.

Методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення, педагогічне спостереження змагальної діяльності в автомобільному спорті, вивчення особливостей конструкції сучасних спортивних автомобілів, комп'ютерний аналіз відеозйомки, математичне моделювання.

Результати дослідження та їх обговорення: Основною вимогою до такого тренажера є відповідність робочого місця водія реальним умовам спортивного автомобіля, включаючи його посадку (з додатковою можливістю її швидкої індивідуалізації у широких діапазонах), а також розташування і якість сидіння та органів керування.

Друга вимога до стаціонарного тренажера-стимулятора для автомобільного спорту – можливість одержання спортсменом під час симуляції проходження змагальної дистанції адекватної його керуючим діям візуальної, слухової, шкірно-тактильної та вестибулярної зворотної інформації. Останні повинні імітувати інерційні перевантаження, що діють на його тіло при розгонах, гальмуваннях та проходженні поворотів, а також вібрацію від нерівностей дороги.

Третя вимога до такого тренажера – можливість імітувати різноманітні стандартні траси і ситуації, їх складність і повторюваність, а також автоматично записувати усі проїзди для їх подальшого перегляду, аналізу та оцінки.

Блок-схема тренажера-симулятора, розробленого нами з метою імітації штучного керуючого середовища, показана на рис. 1.

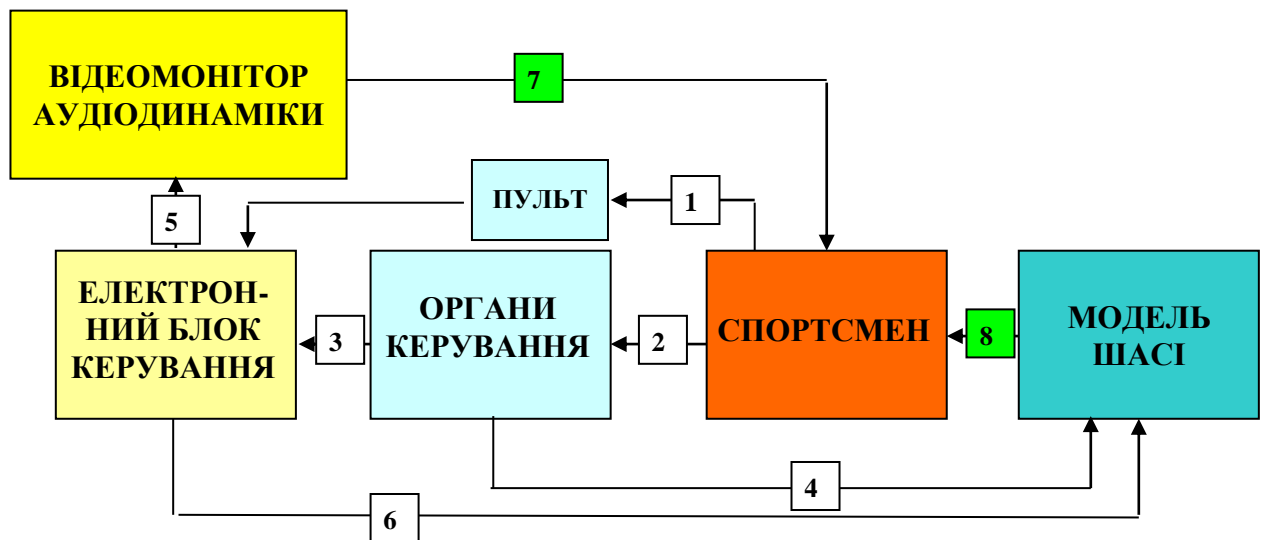


Рис. 1. Блок-схема тренажера-симулятора для автомобільного спорту:

1 – вибір установок за допомогою пульта; 2 – дія спортсмена на органи керування автомобіля; 3 – передача аналогових електричних сигналів від датчиків органів керування на електронний блок; 4 – керуючі сигнали від органів керування на виконавчі механізми переміщення шасі; 5 – керуючі сигнали на відео монітор та на аудіовідтворювач; 6 – керуючі сигнали на вібратори; 7 – зворотній відео-аудіозв'язок від монітора про поведінку автомобіля; 8 – зворотній зв'язок від шасі на шкірно-тактильний та вестибулярний аналізатори про поведінку автомобіля.

Перед симуляцією заїзду здійснюється вибір установок тренажера (1) за допомогою кнопок пульта-джойстика: мови спілкування, траси, рівня її складності, моделі автомобіля, його установок, параметрів органів керування, типу виду з кабіни на трасу, суперників, системи розіграшу змагання чи тренування (включаючи спеціальні тести так-званої „школи гонщиків”) та ін.

Керуючі дії на органи керування (2) – це повороти керма, акселерація, гальмування, керування педаллю зчеплення, важелем переміни передач та ручного гальма, які перетворюються на відповідні аналогові керуючі електричні сигнали (3) від потенціометричних та контактних датчиків, встановлених на відповідних важелях, які передаються на електронний блок керування. Повороти керма та дія на педалі гальма та акселерації (4) шляхом відкривання чи перекриття відповідних клапанів подачі стисненого повітря одночасно приводять у рух силові пневмоциліндри, які забезпечують нахили рухомого шасі тренажера відносно відповідних осей (див. нижче), імітуючи інерційні перевантаження на тіло спортсмена за рахунок зміни напрямку вектора сили тяжіння. Залежно від керуючих дій спортсмена на екран монітора подаються відеосигнал зображення поведінки автомобіля на дорозі та аудіоряд, що імітує шуми двигуна, трансмісії та взаємодії підвіски з дорожнім покриттям (5). Одночасно на вібратори, розташовані на шасі, передаються відповідні керуючі сигнали (6), які імітують вібрації автомобіля від взаємодії з покриттям дороги та з перешкодами на узбіччях. Під час імітації руху автомобіля спортсмен одержує зворотну візуальну інформацію про поведінку автомобіля на дорозі (а – за

необхідністю – і схематичне позначення кожного наступного фрагменту траси), звукову інформацію про роботу двигуна і взаємодію автомобіля з поверхнею дороги (а – за необхідністю – і вербальну інформацію від штурмана – спеціальну стенограму обраною попередньо мовою) (7), а також тактильну і вестибулярну інформацію (8). Вона сприймається органами відчуттів, ідентифікується і обробляється в корі головного мозку, на підставі чого спортсмен приймає рішення про свої наступні керуючі дії.

Для забезпечення першої вимоги до тренажера-симулятора (див. рис. 2 і 3) нами було сконструйоване спеціальне рухоме шасі з двома ступенями свободи (можливістю кутових зміщень на $\pm 30^\circ$ від вертикалі в обидва боки навколо сагітальної (поздовжньої) осі, а також та на 35° вперед і на 20° назад навколо фронтальної (бокової) осі, на якому встановлене спортивне сидіння фірми „Recaro”, чотириточкові паси безпеки фірми „Sabelt”, аналоговий важіль перемикавання передач, а також спортивне кермо і педалі фірми „О.М.Р.”. Конструкція шасі дозволяє у широких межах уздовж сагітальної та вертикальної осей зміщувати положення сидіння, а також регулювати кут нахилу і віддаль від спинки сидіння до площини керма, що забезпечує швидко адаптацію посадки до антропометричних даних спортсмена та до завдань дослідження.

З метою імітації інерційних перевантажень на тіло спортсмена при розгоні, гальмуванні та проходженні поворотів, тренажер оснащений компресором, двома силовими пневмоциліндрами та керуючими клапанами, зв'язаними з кермом, з педаллю робочого гальма і важелем ручного гальма, а також з педаллю акселерації силовими пневмоциліндрами, які забезпечують зміну положення шасі відносно нерухомої рами у двох площинах – фронтальній і сагітальній. Кути нахилу залежать від рівня і часу дії спортсмена на органи керування.



Рис. 2. Загальний вигляд тренажера-симулятора для тестування і навчання автогонщиків.

У якості базового елемента для забезпечення інших вимог до тренажера-симулятора, з інших можливих варіантів нами був обраний стандартний комп'ютерний відтворювач „SONY Play Station™ SCPH-1002” в комплекті із спеціальним джойстиком-імітатором органів керування автомобілем Dual SHOCK racing wheel Futime PS 8000” (кермо, аналоговий важіль перемикавання передач та блок педаль – акселератора і гальма) та телеприймачем „Philips” з розміром діагоналі 80 см (див. рис. 4):

Інші варіанти – використання замість комплекту на базі „SONY Play Station” персонального комп'ютера (ПК) з процесором рівня „Pentium 3000” у комплекті з рідкокристалічним монітором аналогічного розміру, встановленого безпосередньо на шасі тренажера (рис. 5 а), або з мультимедійним проектором (рис. 5 б) – також прийнятні, так як програмне забезпечення тренажера – гри типу „Colin McRae Rally 1 -2” для ралі та аналогічні для кільцевих перегонів – незалежно від типу базового елемента однакове, проте на момент розробки тренажера-симулятора виявилися значно дорожчими, особливо для широкого вжитку.

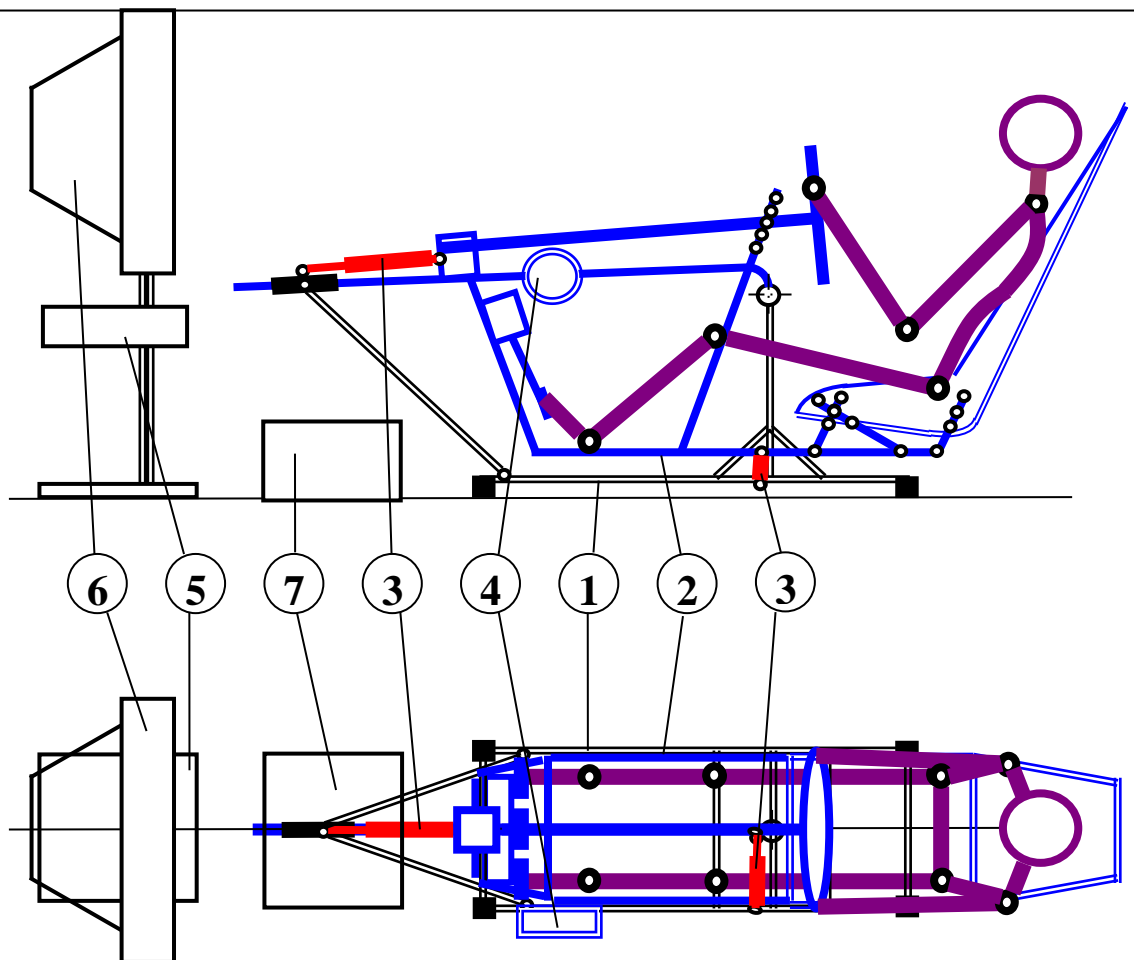


Рис. 3. Схема тренажера-симулятора для тестування і навчання автогонщиків: 1 – нерухома рама; 2 – рухоме шасі; 3 – силові пневмоциліндри; 4 – пульт установок з вібраторами; 5 – електронний блок керування тренажером; 6 – відео монітор; 7 – компресор

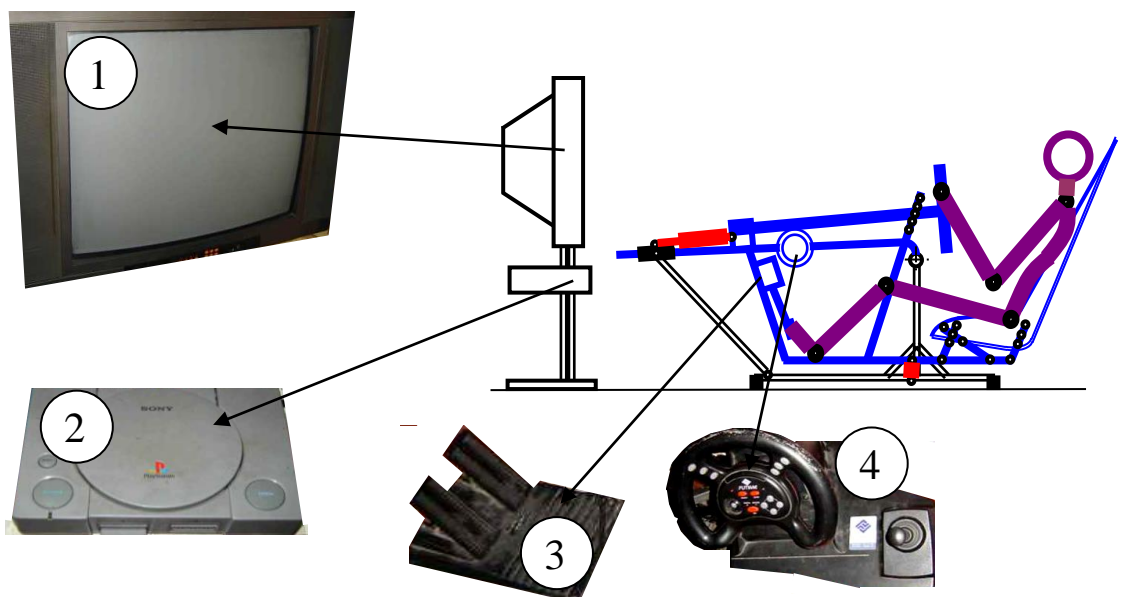


Рис. 4. Використання у якості базового елемента тренажера-симулятора комплексу на базі „SONY PlayStation™ SCPH-1002”: 1 – телеприймач „Philips”; 2 – комп’ютерний відтворювач „SONY PlayStation”; 3 – блок педалей – акселератора і гальма; 4 – джойстик-імітатор керма та важеля перемикання передач „Futime PS 8000”

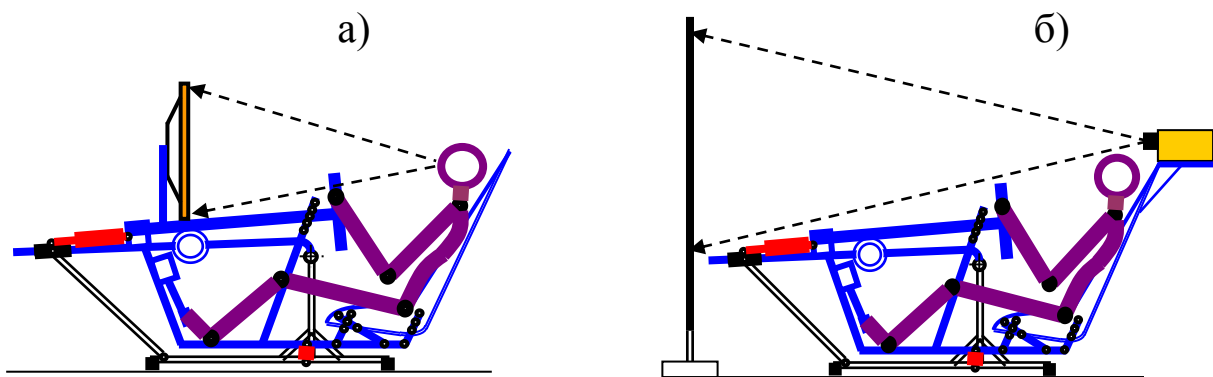


Рис. 5. Використання замість комплексу на базі „SONY Play Station” персонального комп’ютера (а) з рідкокристалічним монітором, встановленим безпосередньо на шасі, або з мультимедійним проектором (б)

Висновки

1. Рекомендовані установки електронного блока керування: складність – нормальна (середня); установки автомобіля – стандартні; автомобілі – слабші, спочатку – з переднім приводом; режим розіграшу – повторне проходження однієї і тої-ж траси; кермо і педаль акселерації – аналогові, інші органи керування – дигітальні.

2. Методика проведення заняття: кількість спортсменів у групі – 1–4 ос.; спочатку – проїзд експерта з поясненнями; установка оптимальної індивідуальної посадки; ознайомлювальне проходження траси кожним по черзі (можна з записом власної стенограми); індивідуальний триразовий проїзд кожної ділянки по черзі, з коротким аналізом кожного проїзду.

3. Пеналізація за допущені помилки: до показаного часу проходження траси додається 3 секунди – за кожен розворот автомобіля поперек траси, 10 секунд – за кожен удар до перешкоди, та 30 секунд – за кожен переворот через дах.

Література

1. Лапутин А.Н., Гурвич С.С. Теоретико-философские основы исследования двигательного совершенствования в спорте // Оптимизация управления процессом усовершенствования технического мастерства спортсменов высшей квалификации: Сборник научных трудов. – К.: КГИФК. – 1979. – С. 5–13.

2. Лапутин А.Н. Обучение двигательным действиям. – К.: Здоров’я, 1986. – 216 с.

3. Лапутин А.Н., Уткин В.Л. Технические средства обучения: Учеб. пособие для ин-тов физ. культ. – М.: Физкультура и спорт, 1990. – 80 с.

4. Ратов И.П. Пограничные проблемы биомеханики, психологии и теории обучения движениям // Психология и современный спорт: Сборник научных трудов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – С. 43–51.

5. Рыбак О.Ю. Средства оптимизации инерционных процессов в технике педалирования при специальной подготовке велосипедистов высокой квалификации: Дис...канд. пед.наук: 13.00.04 / КГИФК. – К., 1990. – 201 с.

6. Сингуринди Э.Г. Автомобильный спорт. – М.: ДОСААФ, 1982. – Ч.І. – 304 с.

7. Сыч С.П., Карпенко С.В. Автоматизированная информационная система для контроля и управления процессом спортивной тренировки // Основы управления тренировочным процессом спортсменов: Сборник научных трудов. – К.: КГИФК. – 1982. С. 40–45.

8. Цыганков Э.С. Высшая школа водительского мастерства: Учеб. для студ. вузов. – М.: ИКЦ „Академкнига”, 2002. – 358 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ
ТЕСТИРОВАНИЯ И ОБУЧЕНИЯ АВТОГОНЩИКОВ

Олег РЫБАК

Львовский государственный университет физической культуры

Цель работы: разработка специального тренажера-симулятора для тестирования и спортивно-технического усовершенствования автогонщиков.

Задачи: научное обоснование концептуальной схемы тренажера-симулятора для тестирования и специальной подготовки автогонщиков; создания рабочей документации, изготовления экспериментального образца тренажера и его практические испытания; разработка практических рекомендаций относительно методики проведения занятий и тестирований.

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение, педагогическое наблюдение состязательной деятельности в автомобильном спорте, компьютерный анализ цифровой видеосъемки, математическое моделирование.

Аннотация. Серьезная спортивная подготовка немыслима без применения тренажеров. Существенным требованием к искусственной управляющей среде является соответствие заложенных в тренажере принципов моделирования механических факторов и условий информационного обеспечения спортсмена его объективной двигательной деятельности.

Разработанный нами тренажер состоит из неподвижного подрамника и подвижного шасси с двумя степенями свободы, на котором установлено сидение и органы управления автомобилем. Имитация инерционных перегрузок за счет изменения направления вектора силы тяжести обеспечивается наклонами шасси силовыми пневмоцилиндрами. Движение автомобиля на экране монитора имитирует видеоплеер „SONY Play Station” или ПК с мультимедийным проектором.

Конструкция тренажера предусматривает выбор необходимых установок, преобразование управляющих действий спортсмена в соответствующие электрические сигналы, которые передаются на электронный блок, и вызывают наклоны шасси относительно фронтальной и сагиттальной осей соответственно углу поворота руля и действиям на педали, а также отображение на экране монитора поведения автомобиля на дороге с имитацией звуковых шумов и вибраций. Обратная информация к спортсмену поступает через зрительный слуховой, вестибулярный и кожно-тактильный анализатор.

Ключевые слова: кибернетика, управление, моделирование, информационная структура, механические влияния, системообразующие факторы, двигательный навык, биомеханическая структура, тренажер, искусственная управляющая среда, двигательное обучение и усовершенствование, автоспорт, рабочее место, степени свободы, инерционные перегрузки, обратная связь.

DESIGN OF ARTIFICIAL HANDLING ENVIRONMENT FOR TESTING AND TEACHING
OF MOTOR RACES

Oleg RYBAK

Lviv State University of Physical Culture

Aim of the research: development of a special mockup for testing and technical improvement of motor races.

Tasks of the research: scientific substantiation of conceptual chart of a mockup for testing and special preparation of racing motorists; creations of work document, making of experimental standard of trainer and its practical tests; development of practical recommendations in relation to the method of conducting of experiences and testing.

Research methods: theoretical analysis and generalization, pedagogical supervision of competitive activity in motor-car sport, computer analysis of digital video survey, mathematical design.

Abstract. Serious sporting preparation is impossible without application of mockups. The mockup consists of immobile stretcher and mobile is impossible with two degrees of freedom, on which seats and means of drive are fixed. The imitation of inertia overloads due to the change of direction of vector of attractive power is provided by inclinations of undercarriage power pneumatic cylinders. Motion of car in the screen of monitor is imitated by a reproducer „SONY Play Station” or PC with a multimedia projector.

Construction of the mockup foresees the choice of necessary options, transformation of handling actions of sportsman in the proper electric signals, which are passed to an electronic block, and caused inclinations of undercarriage of relatively front and sagital axes according to the angle of turn of steering wheel and actions on a pedal, and also reflection in the screen of monitor of conduct of car on the road with the imitation of sound noises and vibrations. Reverse information to the sportsman acts through visual auditory, vestibular and skin analyzer.

Key words: cybernetics, management, design, informative structure, mechanical influencing, system factors, motive skill, biomechanics structure, mockup, artificial handling environment, auto sport, workplace, degrees of freedom, inertia overloads, reverse communication.