

Для проведення сумісних експериментальних досліджень складових частин КНС було використано приймач СРНС виробництва ДП "Оризон-Навігація" та АНС на основі мікромеханічного гіроскопа і ДРНС виробництва ТОВ "НВП "Ефір-С". Однією з особливостей ДРНС є реалізація її роботи в діапазоні частот 60 ГГц, що має резонансний показник затухання. У приземному шарі атмосфери цей показник досягає до 18 дБ/км, що, своєю чергою, гарантує високі показники прихованості і завадозахищеності роботи ДРНС. Окрім цього, розроблена ДРНС має високу електромагнітну сумісність у складі з іншими системами НРО.

Результати експериментальних досліджень сумісної роботи складових частин КНС наведено на рис. Результати аналізу експериментальних даних, наведених на рис., свідчать про високий ступінь корельованості значень напрямку і швидкості руху НРО, які отримані від навігаційних систем, що побудовані за різними фізичними принципами.

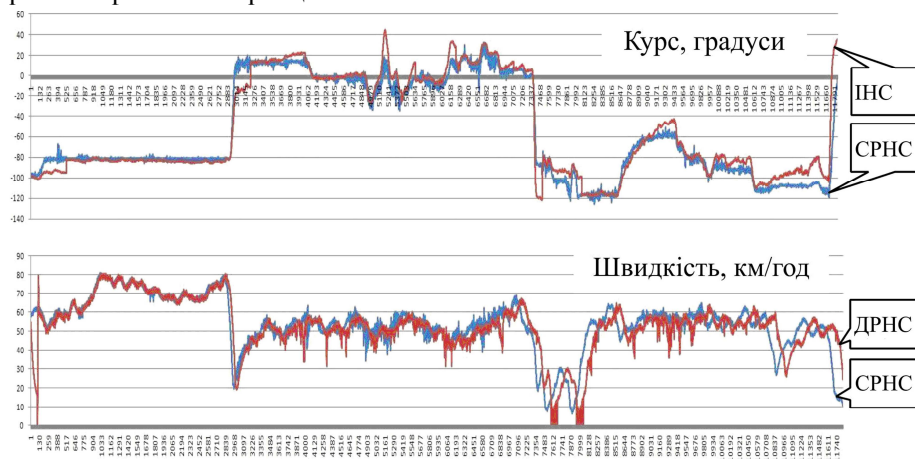


Рис. Показники сумісних вимірювань курсового кута (верхній графік) і швидкості руху (нижній графік) СРНС та АНС

Висновки. Результати експериментальних досліджень сумісної роботи АНС і СРНС вітчизняних виробників надають підставу для створення на їх основі завадозахищеної КНС.

Напрямок подальших досліджень є створення вітчизняної КНС, оптимізація її складу й алгоритмів роботи.

Література

1. Жигулін В. Аналітичний огляд існуючих і перспективних систем навігації наземних рухомих об'єктів / В. Жигулін, В. Корольов, П. Волчко, В. Липський // Інженерна геодезія : зб. наук. праць. – К. : Вид-во "Либідь", 2002. – Вип. 46. – С. 79-96.
2. Brown A. Navigation Using LINK-16 GPS/INS Integration" / A. Brown, P. Sack // Proceedings of ION GPS/GNSS 2003, Portland, OR, Sept. 2003.
3. Водяных А.А. Перспективные направления развития навигационных технологий и оборудования ГП "Оризон-Навигация" / А.А. Водяных. [Электронный ресурс]. – Доступный с http://ismk.kpi.ua/sites/default/files/Conference/Section_1/paper_06.pdf.
4. Навігаційна апаратура споживачів супутникових навігаційних систем ГЛОНАСС і GPS NAVSTAR CH-3003M. Керівництво з експлуатації ПКАН.461513.017-03 РЕ.

Кривовяз А.Т., Бударецкий Ю.И., Бахмат М.В. Методы построения помехозащищенных навигационных систем для определения местоположения наземных подвижных объектов

Проанализированы методы повышения помехозащищенности спутниковых радионавигационных систем (СРНС) для навигации и топогеодезической привязки наземных подвижных объектов (НПО). Приведены сравнительные характеристики предложенных методов повышения помехозащищенности СРНС. Предложены варианты построения автономных навигационных систем (АНС). Рассмотрены сравнительные характеристики СРНС и АНС. Приведены результаты экспериментальных оценок определения направления и скорости движения с помощью микромеханического гироскопа и доплеровской радионавигационной системы (ДРНС), как составных частей АНС, так и с помощью СРНС при движении НПО по пересеченной местности. Определена целесообразность комплексирования СРНС и АНС.

Ключевые слова: спутниковая радионавигационная система, автономная навигационная система, инерциальная навигационная система, комплексированная навигационная система.

Krivoviyaz A.T., Budaretsky Yu.I., Bakhmat M.V. Some Methods of Construction of Obstacle Secure Navigation Systems for Tracking Ground Moving Objects

Some methods to increase obstacle security of satellite radio navigation systems (SRNS) for navigation and surveying of ground moving objects (GMOs) are analysed. Comparative characteristics of the proposed methods of improving obstacle security of satellite radio navigation systems are defined. Some variants of construction of the autonomous navigation systems (ANS) are proposed. Comparative characteristics of SRNS and ANS are studied. The results of experimental evaluations of movement direction and speed with the help of a micromechanical gyroscope and Doppler radio navigation system (DRNS) as components of the ANS and using SRNS when driving on rough terrain GMO are proposed. The feasibility of interconnecting the SRNS and ANS are determined.

Keywords: satellite radio navigation system, autonomous navigation system, inertial navigation system, complex navigation system.

УДК 355.343.22:303.022

Доц. Р.В. Кузьменко, канд. техн. наук;
викл. І.Б. Дуфанець – Академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного

ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "АВТОМОБІЛЬНА ТЕХНІКА, В ТОМУ ЧИСЛІ АВТОМОБІЛЬНА ПІДГОТОВКА"

Перевірка та оцінювання отриманих знань військовослужбовцями з дисципліни "Автомобільна техніка, в тому числі автомобільна підготовка" є вкрай важливою і необхідною компонентою навчального процесу військового навчального закладу, зокрема в час його функціонування в особливий період. Розглянуто систему оцінювання, наведено приклад застосування методики, отримано результати, що підтверджують високий рівень внутрішньотестової та регестової надійності системи оцінювань знань, що спрямована на перевірку теоретичних знань навчальних підрозділів Академії сухопутних військ зі зазначеної вище навчальної дисципліни.

Ключові слова: надійність тесту, тестові технології, автомобільна підготовка, водіння автомобіля.

Актуальність та постановка проблеми. Відомо, що система бойової підготовки військ (сил) включає предмети підготовки, основними серед яких є

"Автомобільна техніка, в тому числі автомобільна підготовка" (АТАП). Вивчення цього предмету передбачає не тільки виконання практичної складової, але й вивчення теоретичної компоненти. Логічним закінченням курсу навчання, а також контролю засвоєння матеріалу є отримання оцінки, що є сумарною і складається з оцінки з практичної та теоретичної компонент.

Щодо порядку оцінювання практичної складової, то він ґрунтується на диференційному підході – за умови правильного виконання вправи або нормативу виставляють позитивну оцінку, у протилежному ж випадку навпаки – негативну. У процесі розгляду порядку оцінювання теоретичної компоненти таку оцінку виставляють за результатами контролю з використанням комплексу програмованого навчання за контрольними картами (тестами) [1], що мають містити 5-10 теоретичних питань, і визначають у відсотковому відношенні правильних відповідей, а саме "відмінно" – 100 %, "добре" – 80 % і більше та "задовільно" – 70 % і більше правильних відповідей відповідно до [1].

Реалізація такого підходу до оцінювання знань у Збройних силах загалом відсутня, оскільки єдиного стандартизованого комплексу програмованого навчання з використанням тестового контролю на сьогодні немає. Існують окремо створені та впроваджені в практику військ програмні модулі, котрі розроблені з особистої ініціативи окремих відповідальних осіб у вигляді автоматизованих модулів тестових завдань, які реалізовані у вже наявних програмних оболонках. Такий спосіб містить елементи суб'єктивного підходу до оцінювання рівня теоретичних знань, бо особа, що створює такі тести, здебільшого заздалегідь ускладнює чи навпаки спрощує завдання і керується переважно особистими знаннями з предметної області та баченнями завдань предмету підготовки.

Зазначені вище обставини ставлять під сумнів ефективність таких тестових завдань, оскільки дослідження окремих показників якості тестових завдань, до яких відносять "рівень складності", "надійність", "коефіцієнт кореляції", як правило, не проводять. Отже, задача оцінювання тестових завдань з навчальної дисципліни АТАП є актуальною і важливою, особливо враховуючи умови функціонування навчальних підрозділів у період проведення антитерористичної операції.

Тому *метою роботи* є оцінити шляхом аналізу із використанням методів математичної статистики, наявних тестових завдань з навчальної дисципліни "Автомобільна техніка, в тому числі автомобільна підготовка", що спрямовані на оцінювання теоретичних знань осіб, що навчаються в Академії сухопутних військ.

Основна частина. Критерієм, що дає змогу оцінити досконалість тестової системи перевірки знань, є ефективність її застосування [2, 3]. Під ефективністю тесту розуміють його відповідність таким основним умовам: надійність, валідність, стандартизованість тощо.

Показник надійності передбачає, що результати тестування залежать переважно від об'єктивних, а не випадкових факторів; висока надійність тесту буде означати стійкість результатів тестування у різних умовах та з різними респондентами. У вузькому розумінні надійність є мірою узгодженості результатів тесту, отриманих під час першого і повторного застосування через певний проміжок часу. Попередній аналіз надійності тесту у разі, якщо проводиться лише

одне тестування, а структура тестового завдання є відомою та допускає паралельну перевірку, є розщеплення результатів за певними ознаками та перевірку їх узгодженості. Важливе значення має також аналіз статистичних показників результатів тестування.

Методика тестування. Вихідними даними для перевірки надійності тесту є матриця результатів тестування (МРТ), тобто прямокутна таблиця, в рядках якої зазначено прізвища кожного респондента, що бере участь у тестуванні, з варіантами відповідей, зазначених у відповідних стовпцях, що відповідають кількості питань, які використовувалися під час тестування певної групи. Результати тестування зафіксовані для 32 респондентів, кожен із яких заповнив тестове завдання, що складалось із 10 питань, які було вибрано із єдиної бази запитань. Основні статистичні показники проведених тестувань, що є предметом цього дослідження, наведено у табл. 1.

Табл. 1. Об'єктивні статистичні показники результатів тестування

Кількість питань у базі	200	
Кількість питань у тесті	10	
Кількість респондентів	32	
Результати тестування		
Показники	Тест 1	Тест 2
Середній бал	5,5625	6,0313
Дисперсія балу	1,9315	1,6442
Асиметрія	0,3239	0,3300
Макс./мінім. бал	9/3	9/4

Під час формування тестових завдань здійснювали перевірку вибору питань із різних частин теоретичного курсу, проте порядок вибору тем був випадковий. Правильні відповіді відзначено цифрою "1", помилкові – цифрою "0" (табл. 2). Аналогічну матрицю сформовано за результатами повторного тестування (табл. 3).

Табл. 2. Матриця результатів за тестом 1 Табл. 3. Матриця результатів за тестом 2

№ респондента	№ запитання										№ респондента	№ запитання									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	
2	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	3	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	4	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
5	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	5	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
6	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	6	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
7	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	7	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
8	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	8	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0
9	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	9	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
10	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	10	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
...
30	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	30	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
31	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	31	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
32	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	32	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0

Сума елементів кожного рядка МРТ має зміст бала визначеного респондента. Враховуючи випадкову природу величин, що детермінують здібності людей [3], аналіз результатів може опиратися на закони математичної статистики. У разі, якщо рівень складності тесту відповідає середньому рівню знань у групі, а кількість респондентів достатня для виявлення статистичних закономірностей, варто очікувати близькості характеру розподілу оцінок до нормального. Сума елементів кожного стовпця МРТ має зміст середнього бала за питанням певного номера, помноженого на кількість респондентів. Оскільки питання у межах тесту вибрано випадково, останні суми повинні бути близькими. Відповідні розподіли зображено на рис. 1. Дані, що стосуються повторного тестування, позначено, як "Тест 2".

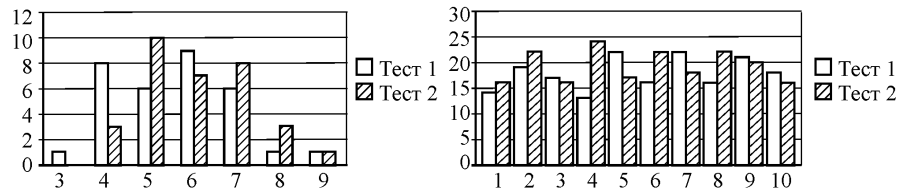


Рис. 1. Розподіл респондентів за кількістю набраних балів та кількістю респондентів, що правильно відповіли на питання

Для перевірки надійності інструменту перевірки знань, завдання тесту поділено на парні і непарні. Кожну групу завдань оброблено окремо і отримано два набори оцінок: за парними та непарними питаннями. Наступним кроком була перевірка кореляції результатів між собою; відомо, що якщо коефіцієнт кореляції знаходиться в межах від 0,75 до 0,85 – методику вважають надійною, якщо менший від 0,6 – її надійність викликає сумніви. Внаслідок аналізу за тестом 1 отримано показник кореляції тесту 0,7804, а за тестом 2 цей показник становить 0,7370. Як бачимо, показники кореляції є досить високими, а тому можна впевнено говорити про досить високий ступінь надійності тестових завдань.

Маючи дані про повторні результати тестування, можна перевірити ретестову надійність та динаміку успішності групи. Варто очікувати, що успішність у повторному тесті буде вищою, аніж у першому проведенні. Дійсно, середній бал за тестом 1 становив 5,56 із 10 можливих, а за тестом 2 – 6,03, дисперсія оцінок зменшилась із 1,93 до 1,64. Також природним є те, що ті учасники тестування, що показали кращі результати у тесті 1, будуть також серед кращих у тесті 2. Кореляція балів є високою: 0,93. Загальноживаним показником ретестової надійності є показник рангової кореляції (коефіцієнт Спірмена). Для його розрахунку обчислено кореляцію між векторами рангів для тестів 1 та 2. Зазвичай ранги описують натуральними числами від першого місця до останнього (рівного кількості учасників). Оскільки порівняння здійснюють за шкалою балів, кількість яких може бути однаковою у різних учасників тестування, можливою є неоднозначність розподілу рангів; щоб уникнути цього, використано модифіковану методику, що допускає однакові значення рангів, проте зберігає загальний порядок величин. Наприклад, якщо один учасник отримав 9 балів, один – 8, троє учасників 7 і решту 5 учасників отримали 6, то ранг пер-

шого дорівнює 1, другого – 2, троє наступних отримують третій ранг, решту – шостий. Розрахунок ретестової рангової кореляції Спірмена становить 0,9216, а її модифікований варіант – 0,9180.

Для перевірки гіпотези про значимість вибіркового коефіцієнта рангової кореляції Спірмена використано метод, описаний у [4]. Для того, щоб при рівні значимості α перевірити нульову гіпотезу про рівність нулю генерального коефіцієнта рангової кореляції Спірмена ρ потрібно обчислити критичну точку

$$T_{kr} = t_{kr}(\alpha, k) \sqrt{\frac{1 - \rho^2}{n - 2}}, \quad (1)$$

де: n – об'єм вибірки; ρ – вибіркового коефіцієнта рангової кореляції Спірмена; $t_{kr}(\alpha, k)$ – критична точка двохсторонньої критичної області, яку знаходять за таблицею розподілу Ст'юдента при рівні значимості α ; k – кількість ступенів свободи. У нашому випадку $n = 32$, $k = 30$, виберемо рівень значимості $\alpha = 0,001$, тоді $t_{kr}(\alpha, k) = 3,65$, коефіцієнт рангової кореляції Спірмена $\rho \approx 0,92$ і для критичної точки знайдено $T_{kr} = 0,26$. Оскільки отриманий коефіцієнт рангової кореляції Спірмена значно більший за значення критичної точки, то рангова кореляція між оцінками за двома тестами є значною.

Зазначимо, що при застосуванні тестових завдань до перевірки знань коефіцієнт надійності дорівнює коефіцієнту кореляції між результатами обстежень зі збереженням рангових місць досліджуваних у вибірці при ретестуванні. Міру стійкості до повторного тестування визначають за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена або Кендалла. Метод повторного тестування рідко застосовують для вимірювання успішності, тому що у повторному тестуванні доцільно брати до уваги ефект тренування, що виявляється тим помітніше, чим легше запам'ятовується завдання і чим коротший проміжок часу між першим і другим тестуванням. У великому часовому проміжку велика ймовірність зміни досліджуваної якості. Ретестова надійність дає змогу встановити ступінь незалежності результатів тестування від різних впливів. Коефіцієнт ретестової надійності повинен бути не нижчим за 0,80. Якщо він не досягає цього показника, точність виміру є недостатньою, а процедура тестування потребує додаткової стандартизації. Отримані результати підтверджують високу ретестову надійність, що може бути обумовлено малим проміжком часу між проведенням тестів 1 та 2. У цьому випадку показник надійності підтверджено також стандартними статистичними методами.

Аналіз показує близькість розподілу балів до нормального (рис. 2). Перевірка гіпотези про нормальний розподіл за критерієм Пірсона дає для тесту 1: вибіркоче середнє 5,56, вибіркоче середнє квадратичне відхилення 1,39; порівняння емпіричних та теоретичних частот дає $\chi^2 = 4,29$, критична точка при рівні значимості 0,05 та ступенях свободи $k = 4$ дорівнює 9,49; оскільки $4,29 < 9,49$ гіпотезу про нормальний розподіл можна вважати підтвердженою. Для тесту 2 маємо: вибіркоче середнє 6,03, вибіркоче середнє квадратичне відхилення 1,28; порівняння емпіричних та теоретичних частот дає $\chi^2 = 2,76$, критична точка при рівні значимості 0,05 та ступенях свободи $k = 3$ дорівнює 7,81; оскільки $2,76 < 7,81$ гіпотезу про нормальний розподіл можна вважати підтвердженою.

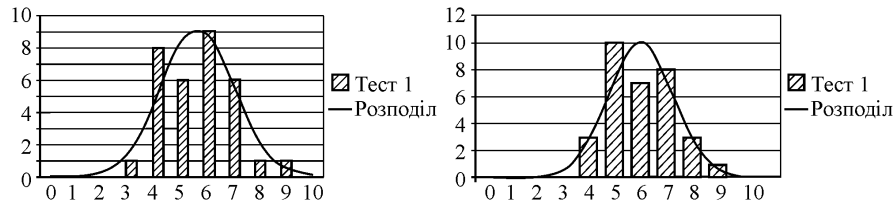


Рис. 2. Характер розподілу балів у першому та другому тестуваннях

Отримані достатньо високі показники надійності тестових завдань, спрямованих на оцінювання теоретичних знань з водіння бойових машин, можна вважати наслідком таких факторів, як однорідність вибірки респондентів за показниками віку, освіти, статі та професійними показниками; проведення повторного тестування через відносно невеликий проміжок часу (10 днів) в однакових умовах одним і тим же експериментатором; розроблення тестів під конкретну аудиторію, оскільки тестові завдання формувались у поточному році із огляду на рівень підготовки конкретних респондентів; відповідність розробленого змісту тестових завдань до змісту курсу, що вивчається. Разом із тим незначний приріст середнього бала свідчить про слабку позитивну динаміку знань респондентів та потребу поглиблення вимог до самовдосконалення осіб, що навчаються.

Висновок. Результати перевірки надійності тестових завдань з навчальної дисципліни АТАП, що спрямовані на оцінювання теоретичних знань особового складу навчальних підрозділів, на основі аналізу результатів тестувань підтверджують високий рівень внутрішньотестової та ретестової надійності системи оцінювань знань. Близькість розподілу бальних оцінок до нормального свідчить про відповідність рівня складності тестових завдань рівню знань конкретної навчальної групи та рівномірність розподілу знань респондентів.

Література

1. Курс водіння автомобілів і транспортерів-тягачів (КВ-2009): Наказ начальника Генерального штабу від 27.03.2009 р., № 37. – 60 с. – (Нормативний документ).
2. Кірсанов В.В. Психолого-педагогічна діагностика : підручник / В.В. Кірсанов. – К. : Вид-во "Альтерпрес", 2002. – 512 с.
3. Галян І.М. Психодіагностика : навч. посібн. / І.М. Галян. – К. : Вид-во "Академвидав", 2009. – 464 с.
4. Вакарчук І. Екзаменаційна сесія як вона є / І. Вакарчук. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.pravda.com.ua/articles/2009/02/27/3768269/>.
5. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебн. пособ. [для студ. ВНЗ] / В.Е. Гмурман. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 2004. – 404 с.

Кузьменко Р.В., Дуфанец І.Б. Оценка надежности тестовых заданий с учебной дисциплины "Автомобильная техника, в том числе автомобильная подготовка"

Проверка и оценка полученных знаний военнослужащими по дисциплине "Автомобильная техника, в том числе автомобильная подготовка" является крайне важной и необходимой компонентой учебного процесса военного учебного заведения, в частности при его функционировании в условиях особого периода. Рассмотрена система оценки, приведен пример применения методики, получены результаты, подтверждающие высокий уровень внутритестовой и ретестовой надежности системы оценок знаний, ко-

торая направлена на проверку теоретических знаний учебных подразделений Академии сухопутных войск из выше указанной учебной дисциплины.

Ключевые слова: надежность теста, тестовые технологии, автомобильная подготовка, вождения автомобиля.

Kuzmenko R.V., Dufanets I.B. Reliability of Assessment Test Tasks on Academic Discipline "Automotive Equipment Including Automobile Training"

Testing and evaluation of knowledge on military discipline "Automotive equipment including automobile training" is crucial and necessary component of the educational process of a military educational institution in particular during its operation in a certain period. The system of assessment is considered. An example of the methodology is given. The results confirming a high level of intra and retest system reliability assessments of knowledge aimed at checking theoretical knowledge educational units of the Army Academy of the above discipline are proposed.

Keywords: reliability test, test technologies, automobile training, driving military vehicles.

УДК 629.3.072

Ст. викл. В.В. Попович, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС КІНЕМАТИКИ КЕРМОВОГО ПРИВОДА І ПІДВІСКИ АВТОБУСА А074

Поява моделей автобусів малого класу зі зміщеним вперед на 600-700 мм силовим агрегатом призвела до значного видовження поздовжньої тяги кермового привода, кінематика якого часто не є узгодженою з кінематикою підвіски. Ця неузгодженість має значний вплив на стійкість руху і керованість колісного транспортного засобу. Отримано математичні залежності, які дають змогу оптимізувати геометричні параметри кермового привода і підвіски. Вони враховують положення кульового пальця важеля поворотного кулака, поздовжнього та поперечного нахилів осей шворнів і деформацію ресор для кермових приводів із нерозрізною та розрізною поздовжніми тягами.

Ключові слова: кермовий привід, нерозрізна та розрізна поздовжня тяга кермового привода, залежна передня підвіска.

Постановка проблеми. Під час проектування кермового привода необхідно визначити розміри його ланок та їх положення у просторі, щоб забезпечити такі характеристики безпеки руху, як надійна стійкість і керованість автобуса. На ці характеристики впливає багато конструкційних, дорожніх, метеорологічних та інших факторів. Важливим із них є кінематична неузгодженість кермового привода і підвіски керованих коліс, яку необхідно звести до мінімуму.

Недостатньо вивченою проблемою є вплив кінематичної неузгодженості кермового привода і підвіски керованих коліс на стійкість руху та керованість автобусів.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Математичний опис кінематики кермового привода й підвіски перебуває у центрі уваги багатьох вчених. Нижче подаємо стислий огляд публікацій про кінематику кермового привода і підвіски колісних транспортних засобів. Тимофеев С.А. [1] розглядає кермовий привід і підвіску керованих коліс як об'єднаний просторовий механізм, для визначення кінематичних характеристик якого він застосовував векторно-матричний метод розрахунків [2].

У роботі [3] подано формули для визначення кінематичних характеристик кермового привода із сошкою і кермового привода рейкового типу, які ма-