

**Міністерство освіти і науки України**  
**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**



**«СИНЕРГЕТИКА, МЕХАТРОНІКА, ТЕЛЕМАТИКА  
ДОРОЖНІХ МАШИН І СИСТЕМ У НАВЧАЛЬНОМУ  
ПРОЦЕСІ ТА НАУЦІ»**

**(16 березня 2017 р.)**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
ЗА МАТЕРІАЛАМИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

Харків,  
2017

УДК 004

**Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці.** Збірник наукових праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції. – Харків, ХНАДУ, 2017. – 209 с.

Збірник містить результати теоретичних та практичних наукових досліджень та розробок, які були виконані науково-педагогічними працівниками вищої школи, науковими співробітниками, докторантами, аспірантами, магістрантами, студентами та фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, докторантів, аспірантів, магістрантів, студентів, фахівців.

Матеріали доповідей конференції відтворено з авторських оригіналів

Конференцію проведено згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференцій і семінарів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у 2017 р. (посвідчення УкрІНТЕІ № 781 від 22 грудня 2016 р.)

© ХНАДУ, 2017

УДК 004.942:519.876.5

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕХНІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

Тітов М.Ю., студент, група М-12, ХНАДУ

Мнушка О.В., асистент, каф. комп'ютерних технологій та мехатроніки,  
ХНАДУ

Тиричева О.А., к.т.н., доц., каф. комп'ютерних технологій та  
мехатроніки, ХНАДУ

**Постановка проблеми.** Сучасні мехатронні системи є комплексом складних технічних рішень, оснований на розв'язанні задач оптимізації з різних галузей науки та техніки та верифікації результатів моделювання за допомогою експериментальних досліджень.

**Мета дослідження** – визначення границь застосування методів імітаційного моделювання та експериментальних досліджень під час розробки мехатронних систем.

**Імітаційне моделювання та технічний експеримент** В силу багатозначності поняття «модель» в науці і техніці не існує єдиної класифікації видів моделювання, тому класифікацію можна проводити за характером моделей, за характером об'єктів, за сферами застосування моделювання (у техніці, фізичних науках, кібернетиці й т. п.), за умовами, при яких контролюються, керуються та досліджуються явища дійсності.

За Р. Шеноном *імітаційне моделювання* (ІМ) є процесом проектування моделі реальної системи і проведення експериментів з метою розуміння поведінки системи або оцінки різних стратегій (в рамках обмежень за відповідним критерієм або групою критеріїв) [1]. Розробка моделі є складним процесом та вимагає великих інтелектуальних, емоційних та часових затрат. Модель є абстрактним описом системи, при цьому використовують деякий набір початкових відомостей про об'єкт чи систему, такі як: фізичні закони; взаємозв'язки між елементами систем; вплив випадкових процесів на поведінку системи; реакцію системи на вхідні збудження; вплив людини на прийняття рішень у системі та ін.

Метою ІМ є відтворення стану (та його змін) системи на основі результатів аналізу найсуттєвіших взаємозв'язків між її елементами.

Інструментом ІМ є симуляція (*simulation modeling*) предметної галузі, що досліджується.

ІМ дозволяє досліджувати розвиток процесів (станів системи) у часі, при цьому є можливість сповільнювати швидкоплинні аби прискорювати повільні процеси.

ІМ дозволяє здійснити дослідження аналізованої або проекрованої системи за схемою операційного дослідження, що містить взаємозалежні етапи: змістовна постановка задачі; розробка концептуальної моделі; розробка програмної реалізація імітаційної моделі; перевірка правильності та вірогідності моделі й оцінка точності результатів моделювання; планування і проведення експериментів; прийняття рішень.

Такий підхід дозволяє використовувати ІМ як універсальний підхід для прийняття рішень в умовах невизначеності з урахуванням у моделях факторів, які важко формалізуються, а також застосовувати основні принципи системного підходу для рішення практичних задач.

В Україні історично проблематикою ІМ займалися у Інституті кібернетики під керівництвом академіка В.М. Глушкова, помітними розробками колективу інституту є АЛСИМ-2 (під кер. д.т.н. Літвінова В.В.), ТАИС (під кер. д.ф.-м.н. Летічевського О.А.), НЕДИС-90 (Гусев В.В.) та ін. В теперішній час у Інституті кібернетики проводяться роботи з розробки засобів та систем розподіленого імітаційного моделювання.

На сьогоднішній день популярними методами ІМ є:

- агентне моделювання, що використовують для дослідження децентралізованих систем, динаміка функціонування яких визначається індивідуальною активністю окремих компонентів або членів системи;
- дискретно-подієве моделювання, в якому розглядають тільки основні події, що відбуваються у системі, що моделюється, наприклад: «чекання», «обробка черги», «завантаження», «рух із вантажем» тощо. Цей метод застосовують для моделювання складних систем із різних галузей – логістики, виробництва, масове обслуговування;
- системна динаміка – це метод, за яким будують діаграми причинних зв'язків та глобальних впливів параметрів один на одного з плином часу.

На ринку програмного забезпечення існує багато пакетів імітаційного моделювання, таких як AnyLogic, Arena, Extend, Gpss/H-Prof, iThink, Matlab, Modelica, Simpple++, VisSim та ін.

*Експеримент* (от лат. experimentium – проба, дослід) метод пізнання, за допомогою якого і умовах, що контролюються та керуються, досліджуються явища дійсності. Метою проведення експерименту найчастіше є перевірка достовірності деякої гіпотези. Розрізняють якісний, вимірювальний, розумовий та різні види соціальних експериментів [2]. З точки зору техніки експеримент розуміють як систему операцій, впливів і (або) спостережень спрямованих на отримання інформації про об'єкт дослідження.

При проведенні технічного експерименту (ТЕ) створюються спеціальні умови його проведення. Такий підхід дозволяє дослідити вплив різних факторів на об'єкт, що досліджується, та виробити рекомендації розробникам з удосконалення розробки, або усунення недоліків. ТЕ вимагає від дослідника або інженера ретельної підготовки та планування, тому що серйозні ТЕ вимагають великих затрат коштів та часу для відтворення умов використання об'єкту, що розроблюється, а повторення ТЕ є неможливим або утруднено, наприклад зварювання в умовах космосу, що можливо повторити лише в умовах мікрогравітації [3].

Імітаційне моделювання та технічний експеримент дають можливість досліднику отримати нові знання про об'єкт чи явище (рис. 1)

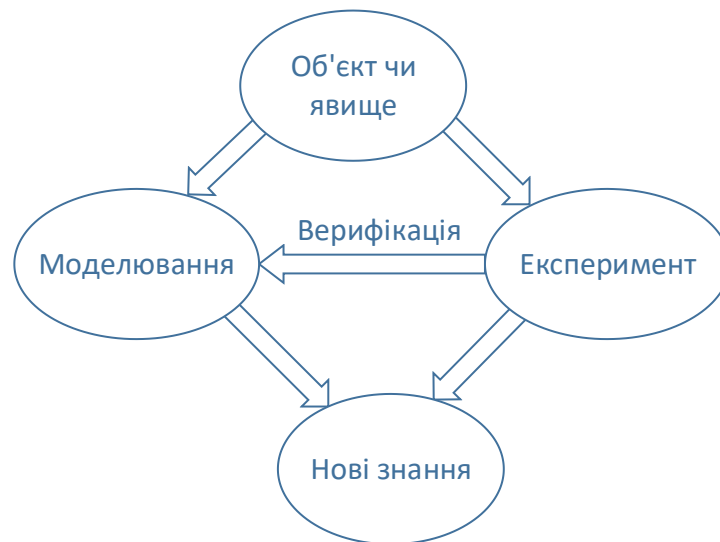


Рисунок 1 – Моделювання та експеримент

**Висновки.** Застосування ІМ та ТЕ має свої чітко визначені границі, з огляду на специфіку задачі, що вирішується. Коли проведення ТЕ є неможливим, або небажаним, тоді на допомогу приходять методи моделювання. Застосовуючи ІМ дослідник повинен чітко розуміти рамки застосування моделі і правильно інтерпретувати результати.

**Література. 1. Шеннон Р.** Имитационное моделирование систем – искусство и наука [Текст] / Р.Шеннон. – пер. с англ. – М.: Мир. – 1978. – 418 с. **2.** Encyclopedia of Physical Science and Technology [Електронний ресурс] – <http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/9780122274107#ancpt0280>. **3.**

**Зацерковний В.І.** Аерокосмічні дослідження Землі : історія становлення [Текст] / В.І. Зацерковний, Н.П. Каревіна. – К.: НАН України, 2015 р. – Т.2. – 406 с.

УДК 004.942

## ПРИМЕНЕНИЕ Е-СЕТЕЙ ПРИ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

**В.А.Тимонин, к.т.н., с.н.с., доц. каф. компьютерных технологий и мехатроники, ХНАДУ**

**Постановка проблемы.** Обычный процедурный подход к формализованному заданию имитационной модели сложной системы, при котором модель представляется в виде некоторого алгоритма, отражающего процесс функционирования системы, обладает рядом недостатков, среди которых большая трудоемкость процесса описания модели, отсутствие наглядного соответствия между структурой и программой, имитирующей ее работу, сложность изменения модели при переходе к анализу альтернативной структуры.

Применение аппарата Е-сетей позволяет осуществить структурный подход к построению имитационной модели транспортной сети, при котором обеспечиваются наглядность модели, модульный принцип ее разработки (сборки), возможность перехода к автоматизированной интерактивной процедуре проектирования.

## ЗМІСТ

<b>Yesmagambetov B.-B.S., M. Auezov, Jörg P., Nikonov O.J.</b> Development of integrated mobile installations for the generation of electricity using solar energy	<b>3</b>
<b>Кириченко І.Г., Клец Д.М.</b> Забезпечення маневреності колісних машин із застосуванням нових принципів дії та елементів штучного інтелекту	<b>5</b>
<b>Oleksandr Shefer</b> Problem of creation noise immunity systems telematic by integrating moving objects and the environment properties	<b>7</b>
<b>Ніконов О.Я.</b> Концепція розроблення високоефективних інтегрованих інтелектуальних інформаційно-управляючих систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин.	<b>9</b>
<b>Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В.</b> Реалізація інформаційного обміну між елементами its транспортного засобу і транспортної інфраструктури в процесах моніторингу параметрів технічного стану	<b>11</b>
<b>Невлюдов И.Ш., Палагин В.А., Синотин А.М., Аллахверанов Р.Ю., Чалая Е.А.</b> Мехатроника и микросистемная техника	<b>14</b>
<b>Венцель Є.С., Щукін О.В.</b> Оптимізація основних параметрів іонно-плазмового покриття поверхні ножів автогрейдера	<b>19</b>
<b>Ломотько Д.В.</b> Розвиток логістичних транспортних систем залізниць шляхом їх інтелектуалізації	<b>21</b>
<b>Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Ул'янець О.А.</b> Енергозберігаючі технології на транспорті – новітня спеціальність для освітньо-кваліфікаційного рівня магістр	<b>23</b>
<b>Балака Є. І., Резуненко М. Є.</b> Методичні підходи до прогнозування обсягів залізничних пасажирських перевезень	<b>28</b>
<b>Мигаль В.Д.</b> Мехатронні та телематичні системи автомобіля	<b>30</b>
<b>Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В.</b> Формування предметної області інформаційної системи оцінювання параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах експлуатації	<b>33</b>
<b>Карпишен Б.С., Тимонин В.А.</b> Использование технологии DSRC в системе коммуникации между автомобилями	<b>35</b>
<b>Костікова М.В., Скрипіна І.В.</b> Розробка моделі ефективно організації пасажирських автобусних перевезень	<b>38</b>
<b>Дзюбенко О.А.</b> Вибір інтерфейсу та протоколу зв'язку для інформаційно-телекомунікаційних систем транспортних засобів та інфраструктури	<b>41</b>

<b>Лабенко Д.П.</b> Використання середовища Excel для розв'язання задачі про призначення	<b>44</b>
<b>Мізяк І.О., Тімонін В.О.</b> Використання систем відеоспостереження для аналізу дорожньої обстановки	<b>47</b>
<b>Мнушка О. В.</b> Хмарні сервіси як інструмент викладача та науковця	<b>50</b>
<b>Ломотько Д.В., Носко Н.А.</b> Шляхи удосконалення роботи залізничних станцій з невеликим обсягом роботи шляхом залучення додаткових вантажів	<b>52</b>
<b>Маций О. Б.</b> Поліноміальне перетворення наближених алгоритмів в рішенні задач типу комівояжера	<b>54</b>
<b>Прохорченко А.В., Ломотько М. Д.</b> Розробка нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України	<b>57</b>
<b>Мнушка О. В.</b> Режим покрокового стеження антенної установки транспортного засобу спецпризначення	<b>61</b>
<b>Примаченко Г. О.</b> Стратегічне логістичне управління у сфері пасажирських залізничних перевезень	<b>63</b>
<b>Рогозін І.В., Клец Д.М.</b> Система інтелектуального керування робочими процесами автомобіля	<b>65</b>
<b>Савчук Р. В., Тиричева О.А., Мнушка О.В.</b> Інформаційно-комп'ютерні технології проектування автомобілів	<b>66</b>
<b>Сильченко В.О., Сильченко М.М.</b> Формувальний компонент методичної системи навчання студентів інформаційним технологіям на автомобільному транспорті	<b>69</b>
<b>Пащенко Р.Э., Полярус А.В.</b> Использование методов нелинейной динамики для анализа нагрузки дорожных машин	<b>70</b>
<b>Волков В.П., Волков Ю.В., Бохан А.В., Резниченко В.А.</b> Информационные системы и технологии в технической эксплуатации автомобилей	<b>74</b>
<b>Ащепкова Н.С., Сафасв Ф.В., Петраш С.В.</b> Розробка моделі робота-навантажувача	<b>77</b>
<b>Тітов М.Ю., Мнушка О.В., Тиричева О.А.</b> Імітаційне моделювання та технічний експеримент мехатронних систем	<b>80</b>
<b>Тимонин В.А.</b> Применение E-сетей при имитационном моделировании транспортных потоков	<b>82</b>
<b>Тиричева О.А., Табулович В.П.</b> Організація процесу самостійної роботи з комп'ютерних дисциплін студентів вищого технічного навчального закладу	<b>86</b>
<b>Сильченко В.О., Верещака В.Д.</b> Дослідження нейроконтролера навченого на фізичній моделі головного світла автомобіля	<b>88</b>

<b>Тиричева О.А.</b> Мультимедійні учбові відеокурси як форма організації активної самостійної роботи студентів	<b>90</b>
<b>Синотин А.М., Палагин В.А., Цымбал А.М., Сотник С.В.</b> Методы исследования эффективной теплопроводности нагретых зон многоплатных одноклочных радиоэлектронных аппаратов	<b>92</b>
<b>Володарец Н.В.</b> CALS-ориентированное обучение персонала в системе подготовки специалистов транспортной отрасли	<b>94</b>
<b>Тиричева О.А.</b> Розробник баз даних в домашніх умовах	<b>96</b>
<b>Ломотько Д.В., Арсененко Д.В., Коханевич М.Г.</b> Організація перевезення зернових вантажів в умовах реструктуризації галузі	<b>97</b>
<b>Маций О. Б., Божко Д.О.</b> Сучасні аспекти моделювання маршрутів перевезення	<b>99</b>
<b>Рабінович Е.Х., Волков В.П., Іршенко В. А.</b> Опір повітря у математичній моделі руху автомобіля	<b>101</b>
<b>Ніконов О.Я., Сіндєєв М.В., Кулакова Л.Є., Чернишов В.О.</b> Розроблення комплексованих навігаційних систем для інтелектуальних будівельних і дорожніх машин	<b>103</b>
<b>Небилиця А. Ю.</b> Мовний людино-машинний інтерфейс роботизованих машин	<b>105</b>
<b>Ахмед Сундус Мохаммед, Акимов О. В., Костик Е. А.</b> Изменение содержания железа и хрома в новом дисперсионно-твердеющем сплаве на основе железа	<b>108</b>
<b>Ніконов О.Я., Шуляков В.М., Фастовець В.І.</b> Розроблення інформаційно-керуючої системи для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля	<b>109</b>
<b>Шульдінер Ю.В., Гейнріхсон Н.Ю.</b> Математичне моделювання швидкісного пасажирського руху України при взаємодії із країнами Європи	<b>111</b>
<b>Идан Алаа Фадил И, Акимов О. В., Костик Е. А.</b> Особенности формирования упроченного слоя при комбинированном азотировании стали	<b>113</b>
<b>Литвин С.С.</b> Впровадження обласної програми «ІТ – ХАРКІВЩИНА» на 2016–2020 роки. досвід та перспективи	<b>114</b>
<b>Дубінін Є.О., Клец Д.М.</b> Розробка програмного забезпечення для оцінювання стійкості положення колісних машин	<b>117</b>
<b>Кашканов А.А.</b> Деякі аспекти моделювання параметрів аналізу і реконструкції обставин ДТП	<b>119</b>
<b>Слинченко І.В., Чернишов В.О., Черкашин Ю.О.</b> Перспективи застосування нанотехнологій в автомобілебудуванні	<b>122</b>

<b>Новічонок С.М., Усачова О.А., Куренко О.Б.</b> Обґрунтування раціонального переліку засобів контролю технічного стану транспортних засобів аеродромно-технічного обслуговування літальних апаратів Збройних Сил України, які експлуатуються за технічним станом	<b>123</b>
<b>Никонов О.Я., Клевцов В.И., Шевченко В.В., Ше Н.А.</b> Социализация автомобиля: биоинтеллектуальная информационно-управляющая система на основе алгоритмов глубокого обучения	<b>128</b>
<b>Сабадаш В.В., Варлахов В.А., Клец Д.М., Болдовский В.Н.</b> Экспертное исследование динамики автомобиля при разгерметизации его колеса с помощью микропроцессорного комплекса	<b>130</b>
<b>Senouci S.M., Mehar S., Nikonov O.J., Shulyakov V.M.</b> Technologies d'information et de communications pour véhicules et systèmes de transport intelligents	<b>133</b>
<b>Наглюк М.И.</b> Прибор для измерения электропроводности охлаждающих жидкостей применяемых в транспортных машинах	<b>135</b>
<b>Клец Д.М., Хабаров В.О., Перов В.О.</b> Розробка мобільного додатка на базі ос android для діагностування транспортних засобів	<b>138</b>
<b>Ковтунов Ю.О., Бредун А.А.</b> Аналіз використання хмарних обчислень при транспортному плануванні	<b>139</b>
<b>Маковецкий А.В., Клец Д.М., Трубилко С.С.</b> Анализ основных угроз информационной безопасности автотранспортных средств	<b>140</b>
<b>Алексієв О.П., Неронов С.М.</b> Транспортний ситуаційний центр WEB-рішень клієнт серверної технології управління перевізним процесом	<b>141</b>
<b>Любищенко О.М., Фельдман Е.П., Штепа О.А.</b> Математичне моделювання поведінки мембрани з паладію в водневих паливних елементах при взаємодії з воднем	<b>145</b>
<b>Ломотько Д.В., Воскобойников Д.Г., Сірадчук А.Д.</b> Проблеми зниження експлуатаційних витрат в умовах зносу пасажирського рухомого складу	<b>150</b>
<b>Алексієв О.П., Клец Д.М., Асаян В.Г.</b> Розробка web-додатку для оцінювання тягово-швидкісних властивостей автомобіля	<b>155</b>
<b>Мармут І.А.</b> Моделювання процесу гальмування автомобіля на інерційному роликовому стенді	<b>155</b>
<b>Клец Д.М., Алексієв О.П., Гармаш В.М.</b> Підвищення ефективності експлуатації автомобілів з використанням нечіткої логіки	<b>159</b>
<b>Шапошнікова О.П., Дроздик Є.В., Єршов В.Є., Орлов І.В., Тресницький В.О.</b> Розробка системи автоматизованого пошуку оптимального маршруту пересування користувача громадським транспортом	<b>160</b>

<b>Жицький Ю.О., Ярмілко А.В.</b> Удосконалений метод оптимального завантаження контейнера	<b>163</b>
<b>Шапошнікова О.П., Ковтунов Ю.О., Золочевський О.С.</b> Розробка інтерфейсу для клієнтського мобільного додатку «МІЙ ТРАНСПОРТ»	<b>165</b>
<b>Бондаренко Д.А., Головін М.О., Шапошнікова О.П.</b> Розробка алгоритму знаходження лінії дорожньої розмітки	<b>168</b>
<b>Іванюта М.О.</b> Інтелектуальні транспортні системи автомобільного транспорту України	<b>170</b>
<b>Сільченко В. Р., Жежера І. В., Уіссам Будіба, Фірсов С. М.</b> Технічний зір як система орієнтації безпілотного літального апарата	<b>173</b>
<b>Кривомлін А. В., Вірко О. С., Жежера І. В., Фірсов С. М.</b> Оптична орієнтація безпілотного літального апарату	<b>174</b>
<b>Шуляк М.Л.</b> Нестабільність функціональних параметрів трактора в динамічному просторі	<b>176</b>
<b>Пронін С.В, Стась П.О.</b> Відеоаналіз транспортного потоку	<b>178</b>
<b>Ковтунов Ю.А., Пронин С.В.</b> Интеллектуальные мультиагентные системы в вопросах управления транспортными потоками в городской транспортной сети	<b>178</b>
<b>Неронов С.М., Гусенкова К.В.</b> Інформаційний розвиток системи утримання автомобільних доріг	<b>181</b>
<b>Пронин С.В.</b> Подход к созданию искусственного агента для задач обмена информацией между транспортными средствами	<b>182</b>
<b>Подольяка О.А., Подольяка А.Н., Школина Н.А.</b> Моделирование задач транспортного типа с учетом требования полноты загрузки	<b>185</b>
<b>Подольяка А.Н.</b> Моделирование классических задач линейного программирования с учетом валентных отношений	<b>188</b>
<b>Наумов В.С., Холева О.Г.</b> Специализированное программное обеспечение для моделирования процессов формирования стратегий экспедиторов	<b>190</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О., Хабаров В.О.</b> Системна інженерія, віртуальні логістика, управління акс. деякі припущення, твердження та визначення	<b>193</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О.</b> Дорожній портал web-рішень користувачів доріг	<b>195</b>
<b>Алексієв О.П.</b> Системна інженерія, віртуальні логістика, управління	<b>196</b>
<b>Алексієв О.П., Бугайов А.А., Матійчик Д. В. Мехтієв К. С., Трохимець Д. І. Юзько Є.В.</b> Хмарні обчислення в задачах віртуального управління автомобільним транспортом	<b>197</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О.</b> Web-рішення та геопозицювання наземного транспорту	<b>199</b>

<b>Алексієв О.П., Хабаров В.О.</b> Ефективність впровадження клієнтської частини дорожнього порталу	<b>200</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О.</b> Соціалізація системних інженерів в єдиному інформаційному просторі внутрішньої та зовнішньої автомобільної телематики	<b>200</b>
<b>Алексієв О.П., Алексієв В.О., Хабаров В.О.</b> Застосування дорожнього порталу web-рішень для огляду доріг	<b>201</b>

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА МАТЕРІАЛАМИ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «СИНЕРГЕТИКА,  
МЕХАТРОНІКА, ТЕЛЕМАТИКА ДОРОЖНІХ МАШИН І СИСТЕМ У  
НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ТА НАУЦІ»**

Конференцію проведено згідно з планом проведення міжнародних, всеукраїнських науково-практичних і науково-методичних конференцій і семінарів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету у 2017 р. (посвідчення УкрІНТЕІ № 781 від 22 грудня 2016 р.)

Відповідальний за випуск д.т.н., проф. Клец Д.М.

Науковий редактор д.т.н., проф. Клец Д.М.

Технічний редактор Мнушка О.В.