

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут залізничного транспорту

Факультет «Управління залізничним транспортом»

Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»

Завідувач кафедри ТТУШП

Р.С. Щербина 

Протокол № 9 від 22 червня 2021 р.



ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Викладач	Доктор технічних наук, професор МАЦЮК Вячеслав Іванович
E-mail	vimatsiuk@gmail.com
Навчальна дисципліна	Оцінка ризиків перевізного процесу засобами імітаційного моделювання
Офіційна назва освітньої програми	Управління транспортними системами в умовах ризиків та криз
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	27«Транспорт»
Спеціальність	275 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»
Обсяг дисципліни в кредитах ECTS	6
Статус дисципліни (обов'язкова, вибіркова)	Цикл дисциплін професійної підготовки, обов'язкова
Мета вивчення дисципліни	Метою навчальної дисципліни є підготовка професіоналів, компетентних в прикладному оцінюванні ризиків, пов'язаних із організацією транспортних процесів складних виробничих систем

Інтегральна компетентність	Здатність особи розв'язувати складні задачі і проблеми транспортної галузі у сфері транспортних систем і технологій та у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень і здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог
Загальні компетентності	ЗК 04. Здатність спілкуватися з експертами з інших галузей. ЗК 07. Дослідницькі навички і уміння. ЗК 08. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
Спеціальні (фахові) компетентності	ФК 01. Здатність дослідження і управління функціонуванням транспортних систем та технологій. ФК 08. Здатність до управління надійністю та ефективністю транспортних систем і технологій. ФК 11. Здатність використовувати сучасні комп'ютерні програмні продукти у сфері транспортних систем та технологій.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЗА ТЕМАМИ

Модуль 1

Системне мислення в управлінні перевізним процесом

Тема 1 Введення в методологію математичного моделювання транспортних процесів і систем. Термінологія, завдання, інструменти.

План теми:

1. Ознайомлення з методологією математичного моделювання транспортних процесів і систем.
2. Цілі курсу.
3. Основна термінологія курсу.
4. Відповідні наукові інструменти та технології (ІТ тощо) для вивчення та оцінки ризиків на транспорті.

Визначаються об'єкти і завдання курсу. Розглядаються і оцінюються математичні методи, що використовуються сьогодні при вивченні і оптимізації транспортних процесів і систем. Приводиться основна термінологія курсу. Проводиться аналіз сучасних інформаційних технологій, прикладних програмних пакетів і інструментів для вивчення і оцінки ризиків на транспорті.

Література: 1, 2, 3, 4.

Ключові слова: завдання курсу, математичні методи, програмні пакети та інструменти для вивчення ризиків.

Тема 2 Аналітичне моделювання та комп'ютерне моделювання (симуляція): у чому принципова різниця?

План теми:

1. Аналітичні та імітаційні моделі, їх переваги та недоліки
2. Принципова різниця аналітичних та імітаційних моделей, як інструментів оптимізації транспортних процесів
3. Рівень ризиків як один з важливіших критеріїв ефективності функціонування транспортних систем.
4. Основні причини виникнення ризиків (відмов) на транспорті. Стохастичні та детерміновані процеси

Наводиться порівняльна характеристика аналітичних та імітаційних моделей, як інструментів оптимізації транспортних процесів. Визначається різниця у підходах аналітичного та імітаційного моделювання. Зазначаються та обґрунтовуються сфери використання аналітичного та імітаційного моделювання при дослідженні транспортних

процесів та систем. Розглядається основні критерії ефективності функціонування транспортних систем. Аналізуються причини виникнення ризиків та відмов на транспорті.

Література: 1, 2, 3, 4.

Ключові слова: аналітичні моделі, імітаційні моделі, рівень (ступінь) ризику, критерії ефективності, стохастичний процес, детермінований процес.

Тема 3 Моделювання ризиків дискретно-подієвим (Discrete-event) методом

План теми:

1. Сутність та значення Discrete-event метода
2. Основні функціональні блоки моделей Discrete-event simulation
3. Приклади транспортних процесів для імітації Discrete-event simulation

Розглядається Discrete-event simulation метод імітаційного моделювання як основний і дієвий при дослідженні (у тому числі ризиків) нескладних технологічних процесів з набором послідовних операцій. Наводиться кваліфікація та типізація основних елементів (інструментів) Discrete-event simulation. Аналізуються типові процеси на транспорті, що можуть досліджуватись Discrete-event simulation методом.

Література: 5, 6, 8, 11.

Ключові слова: дискретно-подієве моделювання, моделювання ризиків дискретно-подієвим моделюванням.

Тема 4 Оцінка ризиків методом моделювання дискретних подій. Моделювання систем черги (AnyLogic, Java)

План теми:

1. Моделювання систем масового обслуговування Discrete-event методом.
2. Дослідження відмов (відмовостійкості) та ризиків функціонування систем масового обслуговування.

Виникнення відмов та ризику функціонування систем масового обслуговування. Розробка імітаційної моделі багатоканальної системи масового обслуговування (методом Discrete-event simulation) та дослідження рівня відмовостійкості та ризиків.

Література: 5, 6, 8, 11, 16, 17, 18.

Ключові слова: система масового обслуговування, ризику в системах масового обслуговування, моделювання багатоканальних систем масового обслуговування.

Тема 5 Метод системної динаміки для транспортних процесів

План теми:

1. Сутність та значення метода System dynamics.
2. Основні функціональні елементи моделей System dynamics simulation.
3. Приклади транспортних процесів для імітації System dynamics.

Розглядається метод System dynamics імітаційного моделювання як основний і дієвий при дослідженні причино-наслідкових зв'язків в поведінці складних систем. Наводиться кваліфікація та типізація основних елементів (інструментів) System dynamics. Аналізуються типові процеси на транспорті, що можуть досліджуватись методом System dynamics.

Література: 4, 5, 6, 10, 11.

Ключові слова: системна динаміка, визначення ризиків методом системної динаміки.

Тема 6 Оцінка ризиків при моделювання попиту. (AnyLogic, Java)

План теми:

1. Моделювання попиту на перевезення методом System dynamics.
2. Дослідження ризиків фінансових втрат від методом System dynamics.

Моделювання причин виникнення (появи) ризиків фінансових втрат, пов'язаних із зміною попиту на транспортні послуги. Моделювання методом System dynamics рівня

попиту та ризику втрати частини транспортного ринку при організації вантажних та пасажирських перевезень.

Література: 4, 5, 6, 10, 11, 18.

Ключові слова: моделювання попиту, ризику фінансових втрат, транспортний ринок, організація вантажних та пасажирських перевезень.

Модуль 2

Моделювання ризиків складних транспортних процесів

Тема 7 Агентне моделювання транспортних процесів

План теми:

1. Сутність та особливість використання Agent-based simulation.
2. Основні функціональні елементи моделей Agent-based simulation
3. Приклади транспортних процесів для імітації Agent-based simulation

Моделювання складних систем із забезпеченням мінімального рівня абстракції Agent-based моделюванням. Оцінка ризиків різної природи (фінансових, технологічних, поведінки людей та інших) в одній моделі. Переваги Agent-based моделювання перед іншими методами та перспективи використання Agent-based у транспортних системах "Industry 4.0".

Література: 4, 5, 6, 10, 11.

Ключові слова: агентне моделювання, моделювання ризиків за допомогою агентного моделювання.

Topic 8. Risks assessment by Agent-based simulation modelling of "Industry 4.0" based transport processes (AnyLogic, Java).

Plan

1. Modelling of behaviour and interaction between subsystems (agents).
2. Risks and reliability (fault tolerance) assessment in the complex transport and logistics processes based on "Industry 4.0".

Modelling of transport processes based on the interaction of subsystems (agents): carriers, vehicles, objects of infrastructure, customers. Taking into account of each system agent behaviour features and their set of parameters. Risk assessment and reliability (fault tolerance) of the complex transportation and logistics processes of "Industry 4.0" type.

References: 4, 5, 6, 10, 11, 18.

Keywords: agent-based simulation, risks modelling by Agent-based simulation method.

Topic 9. Reliability and risks assessment by combined simulation (AnyLogic, Java).

Plan

1. Reasons and ways of combining different simulation methods in the risk's assessment models.

2. Risk assessment in ergative (human-machine) systems.

Combination of different simulation methods for more detailed modelling of risks in transport processes and logistics. Modelling of ergative (human-machine) systems. Risk assessment due to the impact of human behaviour on the production process. Risk and failure study of complex, multi-element transport systems.

References: 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 18.

Keywords: combination of simulation methods, ergative systems modelling, human factor modelling, multi-element transport systems.

Topic 10. Development and realization of experiments. Experimental data veracity.

Plan

1. Designing experiments on the model sensitivity: impact of changing individual parameters to the level of risks and failures.
2. Veracity ensuring of the experimental results. Defining the minimum amount of replications and the modelling time when investigating the risks and reliability of transport systems and logistics.
3. 2D / 3D visualization as an indicator of validation, verification, and adequacy of the model.

The procedure of conducting experiments to determine the influence of individual parameters (factors, the behavior of agents) on the overall level of risks and failure of the transport system. Ensuring that the experimental data is reliable by setting the maximum number of replications and the duration of model time (running time). Model presentation through 2D / 3D visualization. Validation, verification, and adequacy of the model.

References: 5, 6, 9, 17.

Keywords: experiment, replications, model time (running time), reliability of results, 2D / 3D visualization, validation, verification, adequacy.

Індивідуальні завдання

Курсовий проект.

Назва: «Підвищення технологічної надійності та зниження ризиків у транспортних системах».

Мета: розробка проекту для підвищення надійності та зменшення ризиків технологічного процесу в транспортній системі.

Завдання:

- аналіз вихідних даних;
- розробка імітаційної моделі технологічного процесу транспортної системи;
- створення та виконання експериментів над чутливістю моделі;
- встановлення впливу параметрів системи на її відмовостійкість та рівень ризиків;
- визначити найбільш раціональний спосіб підвищення надійності та зменшення ризиків технологічного процесу транспортної системи.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Програмні результати навчання	ПРН-01. Аналізувати інформаційні джерела, критикувати, дискутувати, робити висновки за обраною темою на державній та іноземній мові. ПРН-03. Використовувати в практичній діяльності нові знання і уміння, зокрема в нових областях знань, безпосередньо не пов'язаних з сферою діяльності. ПРН-04. Вміти передавати свої знання, рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі, представляти підсумки виконаної роботи у вигляді звітів, рефератів, наукових статей, доповідей і заявок на винаходи. ПРН-05. Вибирати необхідні положення із законодавчих актів з охорони праці, цивільного захисту та охорони навколишнього середовища, що стосуються відповідної проблематики дослідження. Застосовувати ці положення на практиці.
-------------------------------	---

	<p>ПРН-06. Обґрунтувати необхідність розробки нових та удосконалення існуючих транспортних систем та технологій, визначати цілі розробки, критерії ефективності та сфери використання.</p> <p>ПРН-07. Знати та вміти застосовувати необхідні методи та засоби досліджень, розробляти та аналізувати математичні та комп'ютерні моделі об'єктів дослідження, що стосуються функціонування транспортних систем та вдосконалення транспортних технологій.</p> <p>ПРН-08. Розробляти технології вантажних та пасажирських перевезень із використанням моделювання процесів перевезень вантажів за видами транспорту.</p> <p>ПРН-09. Розробляти технології перевезень пасажирів та вантажів у міжнародному сполученні. Досліджувати вплив митних та інших процедур на ефективність транспортних технологій.</p> <p>ПРН-10. Обґрунтувати доцільність застосування сучасних технологій транспортно-експедиторського обслуговування.</p> <p>ПРН-11. Проводити аналіз і розрахунок показників ефективності ланцюгів поставок і логістичних центрів. Використовувати інформаційні ресурси для проведення моделювання ланцюгів поставок.</p> <p>ПРН-12. Керування технологічними процесами у відповідності з посадовими обов'язками, забезпечувати технічну безпеку виробництва в сфері своєї професійної діяльності.</p> <p>ПРН-14. Використовувати в практичній діяльності сучасні комп'ютерні програмні продукти для аналізу, розробки та удосконалення транспортних систем і технологій, оцінки рівня логістичних ризиків, технологічної надійності, відмовостійкості транспортних процесів.</p>
--	---

ОЦІНЮВАННЯ

Форми поточного та підсумкового контролю	Поточний контроль – 20 балів Проміжний контроль - 40 балів Підсумковий контроль – (екзамен, захист курсового проекту) - 40 балів
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	
Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру та балів, набраних на підсумковому контролі (екзамен, залік).	
Підсумкові бали навчальної дисципліни	$= \text{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)} + \text{Кількість балів за підсумковим контролем}$

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS			
Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно («зараховано»)	A	«Відмінно» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконанні в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
80-89	Добре («зараховано»)	B	«Дуже добре» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконанні, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального, робота з двома – трьома незначними помилками.
75-79		C	«Добре» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконанні, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
65-74	Задовільно («зараховано»)	D	«Задовільно» - теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.
60-64		E	«Достатньо» - теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального, робота, що задовольняє мінімум критеріїв оцінки.
21-59	Незадовільно («не зараховано»)	FX	«Умовно незадовільно» теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота що потребує доробки
1-20		F	«Безумовно незадовільно» теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Sokolowski John A., Banks Catherine M. Principles of modeling and simulation: a multidisciplinary approach / John A. Sokolowski, Catherine M. Banks.

2. Каталевский, Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. / Д.Ю. Каталевский. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с., ил. <https://www.anylogic.com/resources/books/>
3. Ivanov D. (2017). Operations and supply chain simulation with AnyLogic: Decisionoriented introductory notes for master students. 2nd Edition, E-Textbook, Berlin School of Economics and Law (preprint). <https://www.anylogic.com/resources/books/>
4. Куприяшкин, А.Г. Основы моделирования систем [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Куприяшкин; Норильский индустр. ин-т. – Норильск: НИИ, 2015. – 135 с.
5. Grigoryev Ilya. AnyLogic in Three Days (English edition). <https://www.anylogic.com/resources/books/>
6. Илья Григорьев. AnyLogic за три дня (Русскоязычное издание). <https://www.anylogic.com/resources/books/>
7. Киселева М. В. К44 Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учебно-методическое пособие / М. В. Киселёва. Екатеринбург : УГТУ - УПИ, 2009. 88 с. <https://www.anylogic.com/resources/books/>
8. Ali Fuat Güneri. Agent-based simulation and an example in Anylogic. Yildiz Technical University. Mechanical Faculty. Industrial Engineering Department. Istanbul, 2014. <https://www.anylogic.com/resources/books/>
9. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7:.. — СПб.: ВАС, 2014. — 432 с. <https://www.anylogic.com/resources/books/>
10. Mahdavi Arash, The Art of Process-Centric Modeling with AnyLogic. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/books/>
11. Using AnyLogic Help System. <https://help.anylogic.com/index.jsp>

Допоміжна

12. Simulation Software Comparison. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>
13. Multimethod Simulation Modeling for Business Applications. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>
14. Developing Disruptive Business Strategies with Simulation. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>
15. An Introduction to Digital Twin Development. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>
16. Improvement of efficiency in the organization of transfer trains at developed railway nodes by implementing a "flexible model" / Matsiuk V., Myronenko V., Horoshko V. et al. // Eastern–European Journal of Enterprise Technologies: Control processes. 2019. Vol. 2, No. 3 (98) P. 32 – 39. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.162143>.
17. Matsiuk V. A study of the technological reliability of railway stations by an example of transit trains processing. Eastern–European Journal of Enterprise Technologies: Control processes. 2017. Issue 1. pp. 12 – 17. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.91074>.
18. The AnyLogic company official YouTube channel <https://www.youtube.com/user/anylogic/featured>.