


**Міністерство освіти і науки України
Державний університет інфраструктури та технологій
Київський інститут залізничного транспорту
Факультет «Управління залізничним транспортом»
Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
Управління залізничним
транспортом
Олег СТРЕЛКО
« 02 » _____ 2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Оцінка ризиків перевізного процесу засобами моделювання»

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 27 Транспорт

спеціальність 275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

освітньо-професійна програма Управління транспортними системами в умовах ризиків та криз




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This presentation reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained there in.

2024 – 2025 навчальний рік

Робоча програма дисципліни «Оцінка ризиків перевізного процесу засобами моделювання» для студентів рівня освіти «Магістр» всіх форм навчання галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 275 Транспортні технології (на залізничному транспорті), освітньо-професійна програма «Управління транспортними системами в умовах ризиків та криз». – Київ: ДУІТ, 2024. – 16 с.

Розробник: доцент кафедри «Технологій транспорту та управління процесами перевезень», к.і.н., доцент Горецький О.А. 

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри Технологій транспорту та управління процесами перевезень
(назва кафедри)

Протокол від 02.09.2024 року № 1

Завідувачка кафедри



(підпис)

Розалія ЩЕРБИНА

(прізвище та ініціали)

© ДУІТ, 2024 рік

© Горецький О.А., 2024 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 27 «Транспорт»	Обов'язкова	
	Напрямок підготовки 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»		
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – Курсовий проєкт «Розробка імітаційної моделі функціонування технологічної лінії з обробки транзитних вантажних поїздів дискретно-подієвим способом в середовищі AnyLogic»		Семестр	
Загальна кількість годин – 180 (150+30КП)		2 - й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	Лекції	
		15 год.	8 год.
		Практичні	
		30 год.	6 год.
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота	
		135 год.	166 год.
		Індивідуальні завдання:	
		Курсовий проєкт	Курсовий проєкт
Вид контролю:			
Екзамен – 2-й семестр	Екзамен – 2-й семестр		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 30 %

для заочної форми навчання – 9,3 %

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Оцінка ризиків перевізного процесу засобами моделювання» є підготовка фахівців, компетентних в застосуванні у професійній діяльності на залізничному транспорті, в інших галузях набутих теоретичних знань і практичних навичок, а також відповідних нормативних документів в галузі управління перевізним процесом, встановлення раціональних параметрів залізничних транспортних систем, управління ризиків перевізного процесу.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Оцінка ризиків перевізного процесу засобами моделювання» є:

студентів із основними поняттями та характеристиками в галузі системного мислення, комплексного підходу при вивченні складних процесів та систем залізничного транспорту.

надати студентам навички застосування набутих знань при визначенні потрібних параметрів функціонування залізничних транспортних систем різного рівня (станцій, напрямків, мережі);

навчити застосовувати набуті знання та навички з даної дисципліни разом із знаннями та навичками з інших дисциплін для розв'язання комплексних завдань вдосконалення технології, оцінки ризиків та управління ними при організації перевезень з використанням інформаційних та комп'ютерних технологій.

Результатом вивчення дисципліни є опанування студентами комплексом знань та навичок, необхідних для ефективної професійної діяльності в галузі організації перевезень і управління на залізничному транспорті.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

принципи системного підходу, особливості прийняття рішення у складному динамічному середовищі; роль математичного та імітаційного моделювання при встановленні оптимальних та раціональних параметрів технологічних транспортних систем залізничного та інших видів транспорту; принципи управління ризиками на основі зворотного зв'язку.

вміти:

застосовувати отримані з дисципліни знання при розробці імітаційних моделей та визначення раціональних параметрів транспортних систем.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин, або 6 кредитів ЄКТС.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач

ЗК 04. Здатність спілкуватися з експертами з інших галузей.

ЗК 07. Дослідницькі навички і уміння.

ЗК 08. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

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.

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.

ПРН-06. Обґрунтовувати необхідність розробки нових та удосконалення існуючих транспортних систем та технологій, визначати цілі розробки, критерії ефективності та сфери використання.

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.

ПРН-08. Розробляти технології вантажних та пасажирських перевезень із використанням моделювання процесів перевезень вантажів за видами транспорту.

ПРН-09. Розробляти технології перевезень пасажирів та вантажів у міжнародному сполученні. Досліджувати вплив митних та інших процедур на ефективність транспортних технологій.

ПРН-10. Обґрунтовувати доцільність застосування сучасних технологій транспортно-експедиторського обслуговування.

ПРН-11. Проводити аналіз і розрахунок показників ефективності ланцюгів поставок і логістичних центрів. Використовувати інформаційні ресурси для проведення моделювання ланцюгів поставок.

ПРН-12. Керування технологічними процесами у відповідності з посадовими обов'язками, забезпечувати технічну безпеку виробництва в сфері своєї професійної діяльності.

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.

Програма навчальної дисципліни

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.

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.

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.

Тема 4 Оцінка ризиків методом моделювання дискретних подій. Моделювання систем черги

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.

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.

Тема 6 Оцінка ризиків при моделювання попиту.

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.

Модуль 2 Моделювання ризиків складних транспортних процесів

Тема 7 Агентне моделювання транспортних процесів

План теми:

1. Сутність та особливості 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".

Тема 8 Оцінка ризиків агентним моделюванням процесів "Industry 4.0" на транспорті

План теми:

1. Моделювання поведінки та взаємодії підсистем (агентів) в одній системі;
2. Оцінка ризиків та надійності (відмовостійкості) функціонування складних транспортних та логістичних процесів "Industry 4.0"

Моделювання транспортних процесів як взаємодію окремих агентів: перевізники, транспортні засоби, об'єкти інфраструктури, клієнти. Кожний агент системи має власну особливість поведінки та набір параметрів. Оцінка ризиків та надійності (відмовостійкості) функціонування складних транспортних та логістичних процесів "Industry 4.0".

Тема 9 Оцінка надійності та ризиків за допомогою комбінованого моделювання

План теми:

1. Причини та цілі поєднання різних методів симуляції в одній моделі транспортних процесів при оцінці ризиків;
2. Оцінка ризиків в ерготичних (людино-машинних) системах.

Поєднання різних методів симуляції для глибшого і детальнішого моделювання ризиків в транспортних процесах та логістиці. Моделювання

ерготичних (людино-машинних) систем. Оцінка ризиків через вплив поведінки людини на виробничий процес. Дослідження відмово стійкості складних, багатоелементних транспортних систем.

Тема 10 Розробка та реалізація експериментів. Достовірність результатів експерименту

План теми:

1. Розробка експериментів щодо чутливості (впливу зміни окремих параметрів) моделі на рівень ризиків та відмово-стійкості.

2. Забезпечення достовірності експериментальних результатів. Гранична кількість ітерацій та мінімальний модельний час при дослідженні ризиків та надійності транспортних систем і логістики.

3. 2D/3D візуалізація як показник валідації, верифікації адекватності та релевантності моделі.

Порядок проведення експериментів із визначення впливу окремих параметрів (факторів, поведінки агентів) на загальний рівень ризиків та відмово стійкість транспортної системи. Забезпечення належного рівня достовірності експериментальних даних через встановлення граничної кількості ітерацій та тривалості модельного часу. Презентація моделі через 2D/3D візуалізацію. Валідація, верифікація, адекватність та елегантність моделі.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. Методологія управління ризиками та кризами в транспортних системах												
Змістовий модуль (ЗМ) 1.1. Методи та способи управління ризиками та кризами												
Тема 1 Введення в методологію математичного моделювання транспортних процесів і систем. Термінологія, завдання, інструменти.	15	2				13	15	1				14
Тема 2 Аналітичне моделювання та комп'ютерне моделювання (симуляція): у чому принципова різниця?	15	2	2			11	15	1				14
Тема 3 Моделювання ризиків дискретно-	15	1	4			10	15					15

подієвим (Discrete-event) методом												
Тема 4 Оцінка ризиків методом моделювання дискретних подій. Моделювання систем черги	15	2	2			11	15					15
Тема 5 Метод системної динаміки для транспортних процесів	15	2	2			11	15	1	1			13
Тема 6 Оцінка ризиків при моделювання попиту.	15	1	4			10	15	1	1			13
Усього годин за модулем 1	90	10	14			66	90	4	2			84
Модуль 2. Моделювання ризиків складних транспортних процесів												
Тема 7 Агентне моделювання транспортних процесів	15	1	4			10	15	1	1			13
Тема 8 Оцінка ризиків агентним моделюванням процесів "Industry 4.0" на транспорті	15	1	4			10	15	1	1			13
Тема 9 Оцінка надійності та ризиків за допомогою комбінованого моделювання	15	2	4			9	15	1	1			13
Тема 10 Розробка та реалізація експериментів. Достовірність результатів експерименту	15	1	4			10	15	1	1			13
Курсова робота	30					30	30					30
Усього годин за модулем 2	90	5	16			69	90	4	4			82
Усього годин	180	15	30			135	180	8	6			166

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Кореляційний аналіз. Лінійні моделі регресії. Коефіцієнт кореляції	2
2.	Дослідження емпіричної моделі	2
3.	Опрацювання статистичних даних і встановлення закону розподілу	2
4.	Імітаційне моделювання поведінки пасажирів у павільйоні метро	2
5.	Пошук максимального потоку у транспортній мережі	2
6.	Застосування рейтингової оцінки при виборі постачальника	2
7.	Аналітичне та комп'ютерне моделювання	4
8.	Моделювання ризиків у системах черги за допомогою моделювання дискретних подій	6
9.	Оцінка ризиків за допомогою моделювання динаміки системи.	4
10.	Оцінка ризиків за допомогою комбінованого моделювання	4
	Всього	30

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено	

7. Самостійна робота

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна/заочна)		
	Денна	/	Заочна
Модуль 1 Системне мислення в управлінні перевізним процесом			
Тема 1 Введення в методологію математичного моделювання транспортних процесів і систем. Термінологія, завдання, інструменти.	13	/	14
Тема 2 Аналітичне моделювання та комп'ютерне моделювання (симуляція): у чому принципова різниця?	11	/	14
Тема 3 Моделювання ризиків дискретно-подієвим (Discrete-event) методом	10		15
Тема 4 Оцінка ризиків методом моделювання дискретних подій. Моделювання систем черги (AnyLogic, Java)	11		15
Тема 5 Метод системної динаміки для транспортних процесів	11	/	13
Тема 6 Оцінка ризиків при моделювання попиту. (AnyLogic, Java)	10		13
Тема 7 Агентне моделювання транспортних процесів	10	/	13
Тема 8 Оцінка ризиків агентним моделюванням процесів "Industry 4.0" на транспорті (AnyLogic, Java)	10	/	13
Тема 9 Оцінка надійності та ризиків за допомогою комбінованого моделювання (AnyLogic, Java)	9	/	13
Тема 10 Розробка та реалізація експериментів. Достовірність результатів експерименту	10	/	13
Курсовий проєкт	30		30
Разом	105		166

8. Індивідуальні завдання

Курсова робота.

Назва: «Розробка імітаційної моделі функціонування технологічної лінії з обробки транзитних вантажних поїздів дискретно-подієвим способом в середовищі AnyLogic».

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.

9. Методи навчання

Застосовується комплекс методів навчання за особливостями навчально-пізнавальної діяльності студентів, який складають методи:

— пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний), коли викладач організує сприймання та усвідомлення студентами інформації, а студенти здійснюють сприймання (рецепцію), осмислення і запам'ятовування її;

— репродуктивний, коли викладач дає завдання, у процесі виконання якого студенти здобувають уміння застосовувати знання за зразком;

— проблемного виконання, коли викладач формулює проблему і вирішує її, а студенти стежать за ходом творчого пошуку (студентам подається своєрідний еталон творчого мислення);

— частково-пошуковий (евристичний), коли викладач формулює проблему, поетапне вирішення якої здійснюють студенти під його керівництвом (при цьому відбувається поєднання репродуктивної та творчої діяльності студентів);

— дослідницький, коли викладач ставить перед студентами проблему, і ті вирішують її самостійно, висуваючи ідеї, перевіряючи їх, підбираючи для цього необхідні джерела інформації, прилади, матеріали тощо.

В процесі навчання застосовуються можливості мультимедійних засобів, інтернет-ресурси та інші можливості новітніх освітніх технологій.

При викладанні дисципліни «Оцінка ризиків перевізного процесу засобами імітаційного моделювання» застосовуються наступні форми навчання:

- словесні (лекція, пояснення до інших видів навчальної роботи, бесіди),

- наочні (ілюстрації у навчально-методичній літературі, наочне приладдя, презентації, початкові фільми з використанням мультимедійної техніки) та

- практичні (практичні заняття, лабораторні роботи, курсова робота).

З найбільшим ефектом застосовується поєднання різних методів та форм, для чого є можливість при проведенні всіх видів занять, а також навчальних екскурсій на базі Державного підприємства «Український державний центр транспортного сервісу «Ліски» (на базі станції і терміналу комбінованих перевезень Київ-Ліски).

Курс дисципліни «Оцінка ризиків перевізного процесу засобами імітаційного моделювання» поділено на два модулі. Крім того студенти індивідуальне дослідження у рамках курсового проектування.

Курсовий проект виконуються індивідуально кожним студентом згідно свого варіанту і захищаються після виконання завдань на всіх практичних заняттях. Оцінка по модулю визначається кількістю балів, які отримав студент за всі модулі та самостійну роботу.

10. Методи контролю

Контроль знань студентів здійснюється шляхом експрес-опитування перед початком кожної лекції за матеріалом попередньої лекції, шляхом оцінки індивідуальної роботи студентів на практичних заняттях, при захисті лабораторних робіт, а також при виконанні та захисті курсової роботи. У п'ятому семестрі студенти складають диференційований залік, в шостому семестрі виконують та захищають курсову роботу і складають підсумковий екзамен, що включає питання та задачі за усім курсом дисципліни. Більшу кількість рейтингових балів студент отримує завдяки ритмічній аудиторній та самостійній роботі протягом семестру, тоді як на заходи проміжного та підсумкового контролю припадає не більше 20 балів.

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1					Модуль 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
2	3	8	6	8	6	8	6	8	5		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	
82-89	B	добре	

75-81	C	задовільно	зараховано
64-74	D		
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

«Відмінно» - А (90-100 балів) – виставляється студенту, який глибоко та міцно засвоїв матеріал, відмінно справляється з задачами та питаннями, показує знайомство з фаховою літературою, володіє різносторонніми навичками та прийомами виконання практичних завдань, вміє добре орієнтуватись у виробничих ситуаціях.

«Добре» - ВС (75-89 балів) – виставляється студенту, який твердо знає програмний матеріал, правильно застосовує теоретичні знання при рішенні практичних завдань, володіє необхідними навичками та прийомами їх виконання.

«Задовільно» - DE (64-74 балів) – виставляється студенту, який має знання тільки основного матеріалу, але не засвоїв його деталей, допускає неточності, неправильне тлумачення окремих елементів завдання та відчуває труднощі при виконанні практичних завдань.

«Незадовільно» - FX (35-59 балів) - виставляється студенту, який дає необґрунтовані відповіді на запитання, допускає суттєві помилки у використанні понятійного апарату. Не простежується логічність та послідовність думки. Формулювання хаотичні та не усвідомлені.

«Незадовільно» - F (1-34 балів) - виставляється студенту, який не засвоїв зміст дисципліни, вміння та навички не набуті.

12. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення дисципліни складають:

1. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення, який складається із:

- програми навчальної дисципліни;
- робочої програми навчальної дисципліни;
- індивідуальних завдань для самостійної роботи;
- тестів для самоконтролю;
- модулів перевірки знань;
- залікових питань;
- основної та додаткової рекомендованої літератури.

2. Навчальні посібники [9, 10, 11 за списком базової літератури, п. 14].

3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи [15].

4. Нормативні документи із залізничних вантажних перевезень.

5. Ілюстративні матеріали (у тому числі презентації PowerPoint, схеми та ескізи габаритів та способів навантаження, варіантів розміщення і кріплення вантажів на відкритому рухомому складі).

13. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення дисципліни складає:

1. Мацюк В.І. Оцінка ризиків перевізного процесу засобами імітаційного моделювання: конспект лекцій до організації лекційних занять та самостійної роботи. К.: ДУІТ, 2021. 116 с. ;

2. Мацюк В.І. Оцінка ризиків перевізного процесу засобами імітаційного моделювання: методичні вказівки до виконання курсового проекту, практичних занять та магістерських робіт. К.: ДУІТ, 2021. 35 с..

3. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення, яке складається з:

програми навчальної дисципліни;

текстів лекцій;

відомостей про самостійні роботи

модулів перевірки знань

питань екзамену;

питання комп'ютерного тестового контролю;

базової та додаткової рекомендованої літератури.

14. Рекомендована література

Базова

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

2. 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/>

3. Grigoryev Ilya. AnyLogic in Three Days (English edition).
<https://www.anylogic.com/resources/books/>

4. 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/>

5. Mahdavi Arash, The Art of Process-Centric Modeling with AnyLogic. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/books/>

6. Using AnyLogic Help System. <https://help.anylogic.com/index.jsp>

Допоміжна

7. Simulation Software Comparison. The AnyLogic Company.
<https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>

8. Multimethod Simulation Modeling for Business Applications. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>

9. Developing Disruptive Business Strategies with Simulation. The AnyLogic

Company. <https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>

10. An Introduction to Digital Twin Development. The AnyLogic Company. <https://www.anylogic.com/resources/white-papers/>

11. 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>.

12. 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>.

13. The AnyLogic company official YouTube channel <https://www.youtube.com/user/anylogic/featured>.