МОН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту

Кафедра інформаційних технологій та штучного інтелекту

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
_____ Олег НІКОНОВ
«27» серпня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ З РОЗПОДІЛЕНИМИ БАЗАМИ ДАНИХ»

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

Галузь знань **F Інформаційні технології**

Спеціальність **F2 Інженерія програмного забезпечення**

Освітня програма **«Інженерія програмного забезпечення та аналітика гібридних загроз»**

Тип дисципліни **обов'язкова**

Мова викладання **українська**

Київ
НТУ
2026

Робоча програма дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» для здобувачів другого рівня вищої освіти за спеціальністю F2 Інженерія програмного забезпечення освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення та аналітика гібридних загроз».

Обговорено та рекомендовано до затвердження на засіданнях:

кафедри інформаційних технологій та штучного інтелекту,
протокол № 1 від 26 серпня 2026 року,

науково-методичної комісії спеціальності F2 Інженерія програмного забезпечення,
протокол № 1 від 26 серпня 2026 року,

Вченої ради ННКІЗТ НТУ,
протокол № 1 від 27 серпня 2026 року.

Робочу програму схвалено на засіданні Вченої ради ННКІЗТ НТУ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, освітня програма, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма здобуття вищої освіти</td><td>заочна форма здобуття вищої освіти</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 4 ECTS</td><td>Галузь знань
<u>F Інформаційні технології</u></td><td colspan="2" rowspan="2"><u>обов’язкова</u></td></tr>
<tr><td>Спеціальність
<u>F2 Інженерія програмного забезпечення</u></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Модулів – 2</td><td rowspan="5">Освітня програма «Інженерія програмного забезпечення та аналітика гібридних загроз»</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне завдання – контрольна робота для заочної форми</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 120 год.</td><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="16">Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 3 год.; самостійної роботи – 5,6 год.</td><td rowspan="16">Рівень вищої освіти
<u>другий (магістерський)</u></td><td>28 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>14 год.</td><td>2 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>78 год.</td><td>114 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальне завдання</td></tr>
<tr><td>-</td><td>контрольна робота – 21 год. у складі самостійної роботи</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Екзамен</td></tr>
</table>

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

для денної форми навчання – 35/65 %

для заочної форми навчання – 5/95 %

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Головною метою дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» є формування у здобувачів здатності виявляти інформаційні потреби та проєктувати архітектуру програмних систем із розподіленими базами даних: обґрунтовано розподіляти й

реплікувати дані, визначати моделі узгодженості та транзакцій, проєктувати розподілене виконання запитів, забезпечувати масштабованість, відмовостійкість, безпеку і якість, а також реагувати на загрози цілісності й доступності даних у транспортних та інших критичних інформаційних системах.

Основні завдання дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» – аналіз предметної області, зацікавлених сторін та інформаційних потреб; класифікація даних і формування вимог до розподіленого сховища; порівняння архітектур і моделей даних; проєктування глобальної схеми, фрагментації, шардингу, розміщення та реплікації; вибір моделей узгодженості й механізмів розподілених транзакцій; оптимізація запитів і потоків змін; проєктування масштабування, резервування, відновлення, спостережуваності та захисту; застосування стандартів і професійних рекомендацій; верифікація архітектурних рішень за вимогами продуктивності, доступності, цілісності, конфіденційності, супроводжуваності та стійкості до гібридних загроз.

Міждисциплінарні зв'язки

Паралельно вивчають: «Ділова іноземна мова», «Методологія та організація наукових досліджень», «Гібридні загрози та комплексна безпека», «Інноваційні технології Big Data та інформаційної безпеки в управлінні транспортними системами», «Інформаційна безпека та гібридні загрози», «Моделі управління ІТ-інфраструктурою», «Хмарні технології».

Послідовно: «Проєктування програмного забезпечення інтелектуальних систем», науково-дослідницька та передкваліфікаційна практики, виконання і публічний захист кваліфікаційної роботи магістра.

Згідно з вимогами освітньої програми вивчення дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» забезпечує формування таких загальних і фахових компетентностей:

	Загальні компетентності					Спеціальні (фахові) компетентності									
	ЗК01	ЗК02	ЗК03	ЗК04	ЗК05	ФК01	ФК02	ФК03	ФК04	ФК05	ФК06	ФК07	ФК08	ФК09	ФКС10
ОК8	+	+		+	+	+	+	+		+				+	+

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.

ЗК04. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК05. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК01. Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення.

ФК02. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та / або прикладні проєкти у сфері інженерії програмного забезпечення.

ФК03. Здатність проєктувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем і модулів.

ФК05. Здатність розробляти, аналізувати та застосовувати специфікації, стандарти, правила і рекомендації в сфері інженерії програмного забезпечення.

ФК09. Здатність забезпечувати якість програмного забезпечення.

ФКС10. Здатність адаптувати робочі процеси та особистий простір до складних та непередбачуваних ситуацій, спричинених гібридними загрозами, з урахуванням аспектів соціальної відповідальності.

Нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня, сформульований у програмних результатах навчання:

	ПР01	ПР02	ПР03	ПР04	ПР05	ПР06	ПР07	ПР08	ПР09	ПР10	ПР11	ПР12	ПР13	ПР14	ПР15	ПР16	ПР17	ПРС18	ПРС19
ОК8				+				+											+

ПР04. Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проєктування програмного забезпечення.

ПР08. Розробляти і модифікувати архітектуру програмного забезпечення для реалізації вимог замовника.

ПРС19. Виявляти, ідентифікувати, класифікувати гібридні загрози та ефективно на них реагувати в міжгалузевій взаємодії.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Архітектура, розподіл даних і узгодженість

Тема 1. Вимоги та архітектура систем із розподіленими базами даних.

Призначення, властивості та обмеження розподілених баз даних. Розподілена СКБД і розподілене сховище у складі програмної системи. Архітектури shared-nothing, shared-disk, клієнт-серверна, сервісна та федеративна. Прозорість розміщення, фрагментації, реплікації й відмов. Однорідні та неоднорідні системи. CAP і PACELC як засоби аналізу компромісів, межі їх застосування.

Виявлення інформаційних потреб і вимог зацікавлених сторін. Класифікація операційних, аналітичних, довідкових, персональних, конфіденційних і критичних даних. Профілі навантаження, затримка, пропускна здатність, доступність, RPO, RTO, географія, вартість та нормативні обмеження. Вибір реляційної, документної, ключ-значення, графової або подієвої моделі на концептуальному рівні. Контекст і сценарії транспортної системи.

Тема 2. Фрагментація, розміщення даних і розподілена обробка запитів.

Глобальна, фрагментні й локальні схеми. Горизонтальна, вертикальна та змішана фрагментація; повнота, реконструктивність і неперетинність. Розміщення фрагментів, секціонування і шардинг. Вибір ключа розподілу, діапазонне й хеш-розподілення, нерівномірність, гарячі сегменти, ребалансування. Розподілені каталоги, ідентифікатори, версіювання та еволюція схем.

Декомпозиція, локалізація й оптимізація розподілених запитів. Переміщення даних і обчислень, локальність, селективність, статистики та вартість мережевої взаємодії. Розподілені з’єднання, напівз’єднання, паралелізм, репліки читання і кешування. Побудова плану виконання, аналіз EXPLAIN, вимірювання затримки, пропускної здатності та впливу схеми розміщення на якість сервісу.

Тема 3. Розподілені транзакції, узгодженість і координація.

ACID, ізоляція, серіалізованість, MVCC, взаємні блокування та аномалії конкурентного доступу. Одно-, дво- і трифазна фіксація; блокування, відмови координатора й евристичні рішення. Сильна, послідовна, причинна та кінцева узгодженість; кворуми, монотонні читання і гарантії сеансу. Консенсус і вибір лідера на рівні архітектурних принципів. Saga, transactional outbox, ідемпотентність, дедуплікація, повтори, порядок подій та вирішення конфліктів. Формулювання інваріантів і критеріїв прийнятності.

Модуль 2. Відмовостійкість, безпека та якість розподілених даних

Тема 4. Реплікація, масштабування, відновлення і спостережуваність.

Синхронна та асинхронна реплікація; primary-replica, multi-primary і кворумні підходи. Журнали змін, потокова та логічна реплікація. Відставання реплік, втрата записів, конфлікти та узгоджені читання. Виявлення відмов, вибір лідера, автоматичне й кероване перемикання, split-brain і fencing. Горизонтальне й вертикальне масштабування, балансування навантаження, планування місткості та контроль вартості.

Резервне копіювання, безперервне архівування, point-in-time recovery і відновлення після катастроф. Цілі RPO та RTO, топології відновлення і перевірка резервних копій. Спостережуваність: метрики доступності, затримки, пропускної здатності, насичення,

реплікаційного відставання, блокувань і помилок; журнали, трасування, оповіщення та діагностика. Навантажувальне, відмовне й відновлювальне тестування.

Оцінювання якості архітектури: продуктивність, надійність, доступність, безпека, супроводжуваність, переносність і функціональна придатність. Сценарії якості, пороги, метрики, протоколи експериментів, відтворюваність і аналіз похибок. Порівняння альтернатив, документування компромісів і прийняття архітектурних рішень.

Тема 5. Безпека, стійкість до гібридних загроз і життєвий цикл системи.

Моделі загроз для розподілених даних: компрометація вузлів і облікових даних, несанкціоноване читання або модифікація, підміна реплік, порушення маршрутизації, відмова в обслуговуванні, інсайдерські дії, атаки на ланцюг постачання та поєднання кібернетичних й інформаційних впливів. Принципи least privilege, defense in depth і zero trust; ролі, автентифікація, шифрування каналів і даних, керування секретами, сегментація, аудит і контроль цілісності. Реагування на інциденти, збереження доказів, міжгалузева взаємодія та безперервність. Міграція без простою, версіювання схеми, керування конфігураціями, тестування, документування і дорожня карта вдосконалення.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	*Кількість годин*									
	денна форма					***заочна форма***				
	Усього	*у тому числі*				*Усього*	*у тому числі*			
		Лекції	*Практичні або семінарські*	*Самостійна робота*	*Інд. завд.*		*Лекції*	*Практичні або семінарські*	*Самостійна робота*	*Інд. завд.*
Модуль 1.										
Тема 1. Вимоги та архітектура систем із розподіленими базами даних	16	6	2	8	-	16	1	-	15	-
Тема 2. Фрагментація, розміщення даних і розподілена обробка запитів	18	6	2	10	-	17	1	-	16	-
Тема 3. Розподілені транзакції, узгодженість і координація	18	6	2	10	-	16	-	-	16	-
Підготовка до модульного контролю	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Проведення модульного контролю	2	-	2	-	-	1	-	1	-	-
Разом за модулем 1	56	18	8	30	-	50	2	1	47	-
Модуль 2.										
Тема 4. Реплікація, масштабування, відновлення і спостережуваність	27	4	2	21	-	20	1	-	19	-
Тема 5. Безпека, стійкість до гібридних загроз і життєвий цикл системи	31	6	2	23	-	24	1	-	23	-
Підготовка до модульного контролю	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Проведення модульного контролю	2	-	2	-	-	1	-	1	-	-
Разом за модулем 2	62	10	6	46	-	45	2	1	42	-
Виконання контрольної роботи	-	-	-	-	-	21	-	-	21	-
Підготовка до підсумкового контролю (екзамену)	2	-	-	2	-	4	-	-	4	-
РАЗОМ ГОДИН	**120**	**28**	**14**	**78**	-	**120**	**4**	**2**	**114**	-

5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Виконання семінарських занять при вивченні дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» не передбачено.

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з.ч	*Найменування тем*	*Кількість годин*	
		Денна	***Заочна***
Модуль 1.			
1	Аналіз транспортної предметної області: зацікавлені сторони, інформаційні потреби, класифікація даних, профіль навантаження, вимоги якості та вибір архітектурного стилю розподіленої бази даних	2	-
2	Проєктування глобальної схеми, фрагментації, шардингу, розміщення і реплікації; обґрунтування ключа розподілу та побудова плану розподіленого запиту з оцінюванням локальності й вартості	2	-
3	Проєктування транзакційних сценаріїв та інваріантів: рівні ізоляції, MVCC, двофазна фіксація, saga, transactional outbox, ідемпотентність, повтори і вирішення конфліктів; модульний контроль	4	1
Модуль 2.			
4	Розгортання навчальної топології PostgreSQL у Docker Compose: потокова або логічна реплікація, вимірювання відставання, моделювання відмови, резервне копіювання, відновлення і перевірка RPO, RTO та метрик якості	2	-
5	Комплексний проєкт захищеної розподіленої бази даних транспортної системи: модель загроз, ролі й доступ, шифрування, аудит, сегментація, сценарій реагування, тестування якості, документація архітектурних рішень і захист; модульний контроль	4	1
	Разом	***14***	***2***

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Виконання лабораторних занять при вивченні дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» не передбачено.

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

Форми організації освітнього процесу	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
ПА – опрацювання теоретичного матеріалу, англомовної технічної документації, підготовка до практичних занять і оформлення результатів	**72**	**89**
ПМК – підготовка до модульного контролю	**4**	**-**
ППК – підготовка до підсумкового контролю (екзамену)	**2**	**4**
Виконання контрольної роботи для заочної форми здобуття освіти	**-**	**21**
Усього годин	**78**	**114**

9. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Для денної форми окремі індивідуальні завдання не передбачено. Для заочної форми передбачено контрольну роботу обсягом 21 година у складі самостійної роботи: проєкт

архітектури розподіленої бази даних транспортної системи з класифікацією даних, вимогами, схемою фрагментації та реплікації, моделлю узгодженості, транзакційними сценаріями, заходами безпеки, планом резервування й відновлення та критеріями якості. Варіант, вимоги до структури, оформлення та захисту розміщуються у Google Classroom.

10. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У процесі викладання дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» застосовуються словесні, наочні та практичні методи; проблемні лекції; аналіз вимог і профілів навантаження; архітектурне моделювання; проєктування схем розподілу, транзакцій і реплікації; порівняльні експерименти; аналіз планів запитів; моделювання відмов і загроз; тестування продуктивності, відновлення та безпеки; командне обговорення, взаємне рецензування й захист рішень з використанням англомовної технічної документації.

Основними методами навчання є лекційні та практичні заняття, побудова ER-моделей, схем розміщення вузлів, потоків даних і довірчих меж у diagrams.net / draw.io або LibreOffice Draw, виконання SQL-завдань і аналіз планів запитів у PostgreSQL та DBeaver Community, розгортання навчальних багатовузлових стендів засобами Docker Engine і Docker Compose в Ubuntu Desktop LTS, дослідження подієвої взаємодії з Apache Kafka, підготовка звітів у LibreOffice Writer або Google Docs, розрахунків у LibreOffice Calc або Google Sheets, презентацій у LibreOffice Impress або Google Slides, версіювання артефактів у Git і GitHub та організація матеріалів у Google Classroom.

11. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

У процесі вивчення дисципліни «Проєктування систем з розподіленими базами даних» використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів за усіма видами навчальних робіт проводиться за поточним та підсумковим контролем.

Поточний контроль: усне та письмове опитування, короткі тести, перевірка класифікації даних і вимог, архітектурних схем, рішень щодо фрагментації, шардингу, реплікації, транзакцій та узгодженості, результатів аналізу запитів, відмовних експериментів, моделей загроз і критеріїв якості, а також захист практичних робіт. Модульний контроль містить теоретичні й ситуаційні завдання з обґрунтування архітектури. Для заочної форми додатково оцінюються виконання та захист контрольної роботи.

Підсумковий контроль досягнутих результатів навчання – екзамен у формі відповідей на теоретичні питання та розв’язання комплексного ситуаційного завдання: виявлення інформаційних потреб, класифікація даних, вибір архітектури, розподілу, реплікації, узгодженості й транзакцій, а також обґрунтування заходів якості, безпеки та реагування на загрози.

12. РОЗПОДІЛ МАКСИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

<table>
<tr><td colspan="5">Контроль протягом семестру</td><td rowspan="3">Контрольна робота</td><td rowspan="3">Підсумковий контроль (екзамен)</td><td rowspan="3">Сума балів</td></tr>
<tr><td colspan="3">Модуль 1</td><td colspan="2">Модуль 2</td></tr>
<tr><td>Тема 1</td><td>Тема 2</td><td>Тема 3</td><td>Тема 4</td><td>Тема 5</td></tr>
<tr><td colspan="5">Для денної форми: активність і короткі завдання за темами – 10 балів; підготовка та захист практичних робіт – 30 балів; дві модульні контрольні роботи – 20 балів.</td><td>Не передбачено навчальним планом</td><td>40</td><td>100</td></tr>
</table>

Для заочної форми: виконання та захист двох комплексних практичних завдань, включно з модульним контролем, – 40 балів.	*Контрольна робота – 20 балів*		

Бали від 1 до 60, якими оцінюють результати роботи здобувачів вищої освіти протягом семестру, охоплюють практичні роботи, поточні завдання та два модульні контролі; підсумковий екзамен оцінюється у 40 балів.

Для заочної форми контрольна робота оцінюється у 20 балів і враховується у 60 балах поточного семестрового контролю.

Здобувач вищої освіти отримує допуск до підсумкового семестрового контролю, якщо за результатами роботи протягом семестру він набрав не менше 30 балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності за формами організації освітнього процесу	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), циклу РГР / РР / ГР	для заліку, контрольної роботи
90–100	**A**	відмінно	зараховано
82–89	**B**	добре	
74–81	**C**		
64–73	**D**	задовільно	
60–63	**E**		
35–59	**FX**	незадовільно (з можливістю повторного складання)	не зараховано (з можливістю повторного складання)
1–34	**F**	незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)	не зараховано (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)

Критерії оцінювання:

«відмінно» – здобувач вищої освіти демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, аналізує причинно-наслідкові зв'язки;

«добре» – здобувач вищої освіти демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його щодо конкретно поставлених завдань, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

«задовільно» – здобувач вищої освіти володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно,

допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє інтегровано застосувати набуті знання для аналізу конкретних ситуацій, нечітко, а інколи й неправильно формулює основні теоретичні положення та причинно-наслідкові зв'язки;

«незадовільно» – здобувач вищої освіти не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.

13. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Методичне забезпечення:

1 Робоча програма навчальної дисципліни та силабус.

2 Курс лекцій і презентаційні матеріали за темами дисципліни.

3 Методичні вказівки до практичних занять, модульного контролю та контрольної роботи.

4 Шаблони специфікації вимог, класифікатора даних, ER-моделі, схеми фрагментації, розміщення й реплікації, матриці вибору узгодженості, журналу архітектурних рішень, протоколу тестування, моделі загроз і плану резервування та відновлення.

5 Матеріали у Google Classroom. Дозволене програмне забезпечення та сервіси: Ubuntu Desktop LTS, PostgreSQL, DBeaver Community, Docker Engine, Docker Compose, Apache Kafka, Visual Studio Code, Git, GitHub, diagrams.net / draw.io, LibreOffice Writer, LibreOffice Calc, LibreOffice Impress, LibreOffice Draw, Google Classroom, Google Drive, Google Docs, Google Sheets, Google Slides, Jira, Zotero.

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова (основна):

1. Kleppmann M., Riccomini C. Designing Data-Intensive Applications. 2nd ed. O'Reilly Media, 2026. 672 p.
2. Reis J., Housley M. Fundamentals of Data Engineering. O'Reilly Media, 2022. 450 p.
3. Newman S. Building Microservices. 2nd ed. O'Reilly Media, 2021. 612 p.
4. Dehghani Z. Data Mesh: Delivering Data-Driven Value at Scale. O'Reilly Media, 2022. 384 p.
5. The PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL 18.6 Documentation. 2026.
6. International Organization for Standardization. ISO/IEC 9075-1:2023. Information technology – Database languages SQL – Part 1: Framework. 2023.
7. International Organization for Standardization. ISO/IEC 25010:2023. Systems and software engineering – SQuaRE – Product quality model. 2023.
8. International Organization for Standardization. ISO/IEC 27001:2022. Information security management systems – Requirements. 2022.
9. International Organization for Standardization. ISO/IEC 27002:2022. Information security controls. 2022.
10. National Institute of Standards and Technology. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. NIST CSWP 29, 2024.
11. Chandramouli R., Butcher Z. A Zero Trust Architecture Model for Access Control in Cloud-Native Applications in Multi-Cloud Environments. NIST SP 800-207A, 2023.
12. Souppaya M., Scarfone K., Dodson D. Secure Software Development Framework (SSDF) Version 1.1. NIST SP 800-218, 2022.
13. Burns B., Beda J., Hightower K., Evenson L. Kubernetes: Up and Running. 3rd ed. O'Reilly Media, 2022.
14. Narkhede N., Shapira G., Palino T. Kafka: The Definitive Guide. 2nd ed. O'Reilly Media, 2021.

Додаткова:

1. Richards M., Ford N. Software Architecture: The Hard Parts. O'Reilly Media, 2021.
2. Majors C., Fong-Jones L., Miranda G. Observability Engineering. O'Reilly Media, 2022.

3. Ross R. et al. Developing Cyber-Resilient Systems: A Systems Security Engineering Approach. NIST SP 800-160 Vol. 2 Rev. 1, 2021.
4. Boyens J. et al. Cybersecurity Supply Chain Risk Management Practices for Systems and Organizations. NIST SP 800-161 Rev. 1 Update 1, 2024.
5. European Union Agency for Cybersecurity. ENISA Threat Landscape: Transport Sector. ENISA, 2023.
6. European Union. Directive (EU) 2022/2555 on measures for a high common level of cybersecurity across the Union. 2022.
7. Apache Software Foundation. Apache Kafka 4.3 Documentation. 2026.

15. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. PostgreSQL 18 Documentation. URL: https://www.postgresql.org/docs/18/ (дата звернення: 24.08.2026).
2. ISO/IEC 9075-1:2023 – Database languages SQL. URL: https://www.iso.org/standard/76583.html (дата звернення: 24.08.2026).
3. Apache Kafka Documentation. URL: https://kafka.apache.org/documentation/ (дата звернення: 24.08.2026).
4. Docker Compose Documentation. URL: https://docs.docker.com/compose/ (дата звернення: 24.08.2026).
5. OWASP Database Security Cheat Sheet. URL: https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Database_Security_Cheat_Sheet.html (дата звернення: 24.08.2026).

ДОДАТОК А

К Р И Т Е Р І Ї

оцінювання досягнутих результатів навчання здобувачів вищої освіти Національного транспортного університету

А.1 Загальні положення

Досягнуті результати навчання з кожної навчальної дисципліни за семестр оцінюють балами від 1 до 100: результати роботи здобувачів вищої освіти протягом семестру – балами від 1 до 60, відповіді на екзамені або заліку – від 1 до 40. Розподіл балів для оцінювання результатів роботи здобувачів вищої освіти протягом семестру за кожною дисципліною встановлюють розробники робочих програм.

Індивідуальне завдання у вигляді курсової роботи / проєкту, циклу розрахунково-графічних / графічних / розрахункових робіт та практику оцінюють окремо балами від 1 до 100.

Загальна семестрова оцінка з дисципліни є сумою балів, отриманих під час контролю протягом семестру, та балів, отриманих під час підсумкового контролю (на екзамені або заліку).

Здобувач вищої освіти може бути допущений до підсумкового контролю (екзамену або заліку) тільки після зарахування модульних контрольних робіт, а також виконання індивідуального завдання, яке передбачене освітньою програмою та навчальним планом.

Таблиця А.1 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності за формами організації освітнього процесу	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), циклу РГР / РР / ГР	для заліку, контрольної роботи
90–100	**A**	відмінно	зараховано
82–89	**B**	добре	
74–81	**C**		
64–73	**D**	задовільно	
60–63	**E**		
35–59	**FX**	незадовільно (з можливістю повторного складання)	не зараховано (з можливістю повторного складання)
1–34	**F**	незадовільно (з обов’язковим повторним вивченням дисципліни)	не зараховано (з обов’язковим повторним вивченням дисципліни)

Критерії оцінювання:

«відмінно» – здобувач вищої освіти демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь та навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, аналізує причинно-наслідкові зв'язки;

«добре» – здобувач вищої освіти демонструє повні знання навчального матеріалу, але допускає незначні пропуски фактичного матеріалу, вміє застосувати його щодо конкретно поставлених завдань, у деяких випадках нечітко формулює загалом правильні відповіді, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

«задовільно» – здобувач вищої освіти володіє більшою частиною фактичного матеріалу, але викладає його не досить послідовно і логічно, допускає істотні пропуски у відповіді, не завжди вміє інтегровано застосувати набуті знання для аналізу конкретних ситуацій, нечітко, а інколи й неправильно формулює основні теоретичні положення та причинно-наслідкові зв'язки;

«незадовільно» – здобувач вищої освіти не володіє достатнім рівнем необхідних знань, умінь, навичок, науковими термінами.

А.2 Критерії оцінювання досягнутих результатів навчання при проведенні підсумкового контролю (екзамену, заліку)

Екзаменаційна (залікова) оцінка (від 1 до 40 балів) складається із суми балів, виставлених екзаменатором / лектором за відповіді здобувача на кожне із запитань екзаменаційного білета / завдання або запитання для заліку.

Максимальну кількість балів, яку можна отримати на екзамені / заліку, розподіляють між запитаннями екзаменаційного білета / завданнями або запитаннями для заліку.

Кількість запитань (завдань) та розподіл балів між ними визначає розробник робочої програми.

Екзамен містить чотири завдання по 10 балів. Відповідь на кожне завдання оцінюють таким чином:

9–10 балів – повне, логічне й обґрунтоване розв'язання; коректне застосування методів проєктування; ураховано вимоги, якість і обмеження; висновок підтверджено моделлю, алгоритмом або перевірюваними аргументами; несуттєві неточності не впливають на результат.

7–8 балів – загалом правильне та обґрунтоване розв'язання з окремими несуттєвими пропусками; основні вимоги, компоненти, алгоритми або критерії якості застосовано коректно, але аналіз альтернатив чи наслідків змін є неповним.

4–6 балів – частково правильне розв'язання; відтворено основні положення, однак є істотні прогалини в обґрунтуванні, простежуваності, архітектурі, алгоритмі або перевірці якості; зроблений висновок потребує уточнення.

0–3 бали – фрагментарна або принципово помилкова відповідь; не сформульовано перевірюваного рішення, допущено критичні помилки у вимогах, архітектурі, алгоритмі чи оцінюванні якості або відповідь відсутня.

А.7 Критерії оцінювання індивідуального завдання – курсової роботи: аналіз предметної області, вимоги та простежуваність – до 20 балів; архітектура, порівняння альтернатив і обґрунтування компромісів – до 20 балів; алгоритм та програмна реалізація інтелектуального компонента – до 20 балів; автоматизоване тестування, відтворюваність і забезпечення якості – до 20 балів; документація, план супроводу, дорожня карта розвитку та захист авторського рішення – до 20 балів. Курсову роботу оцінюють окремо за шкалою 1–100 балів; для модуля 3 оцінку ділять на 5 з округленням у бік збільшення, максимум – 20 балів.