

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра комп'ютерних наук

Кваліфікаційна робота бакалавра

з теми:

«Розробка інформаційно-аналітичної системи для опрацювання та візуалізації
результатів моніторингу успішності студентів»

Виконав: здобувач вищої освіти
групи KN1-B20
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Михайло КОСІНОВ

Керівник:
Олена СМАЛЬКО, кандидат педагогічних
наук, доцент кафедри комп'ютерних наук

Рецензент:
Олексій ЗЕЛЕНСЬКИЙ,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри математики, доцент

Кам'янець-Подільський – 2024 р.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ МОНІТОРИНГУ ОСВІТНІХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	8
1.1 Необхідність і особливості проведення моніторингу у закладах вищої освіти.....	8
1.2 Критерії та показники для проведення моніторингу успішності.....	14
1.3 Навчальна аналітика в умовах цифровізації освіти.....	16
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ І ВИКЛИКИ ТЕХНІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ.....	18
2.1 Існуючі програмні засоби візуалізації статистичних даних.....	18
2.2 Особливості технічної реалізації.....	26
2.3 Інструменти побудови вебзастосунків.....	27
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ЗАСТОСУНКУ.....	36
3.1 Формування вимог до інформаційно-аналітичної системи.....	36
3.2 Практична реалізація системи.....	39
3.3 Тестування застосунку.....	47
ВИСНОВКИ.....	54
ДОДАТКИ.....	57
Додаток А Зразок джерела даних.....	57
Додаток Б Лістинг обчислення показників.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

АНОТАЦІЯ

Косінов М. С. Розробка інформаційно-аналітичної системи для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів. – Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня вищої освіти спеціальності 122 “Комп’ютерні науки” освітньо-професійної програми “Комп’ютерні науки та інформаційні технології”. – Кам’янець-Подільський університет імені Івана Огієнка, 2024.

Розглянуто теоретичні основи дослідження щодо необхідності створення інформаційно-аналітичної системи для опрацювання і візуалізації результатів успішності студентів, розкрито необхідність і особливості здійснення локального моніторингу закладу вищої освіти, визначено критерії та показники які необхідно реалізувати у застосунку, розкрито важливість розвитку навчальної аналітики у закладах вищої освіти.

Досліджено існуючі інструменти візуалізації статистичних даних, інструменти створення вебдодатків, розкрито особливості функціональної реалізації інформаційно-аналітичної системи.

Розкрито етапи розробки, описано функціональні можливості та особливості проведення тестування інформаційно-аналітичної системи для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів.

Ключові слова: “якість вищої освіти”, “академічна аналітика”, “локальний моніторинг”, “моніторинг освітніх досягнень”, “моніторинг успішності”, “інформаційно-аналітична система”, “візуалізація результатів успішності”, “панелі візуалізації”.

ANNOTATION

Kosinov M. S. Development of an information-analytical system for processing and visualizing student performance monitoring results. – Qualification (bachelor's) paperwork for obtaining the educational and qualification level of higher education in the specialty 122 “Computer Science” of the educational-professional program “Computer Science and Information Technologies”. – Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko University, 2024.

The theoretical foundations of the study on the necessity of creating an information-analytical system for processing and visualizing student performance results are considered. The necessity and specifics of conducting local monitoring in higher education institutions are disclosed, criteria and indicators to be implemented in the application are defined, and the importance of developing educational analytics in higher education institutions is highlighted.

Existing tools for visualizing statistical data, tools for creating web applications, and the specifics of the functional implementation of the information-analytical system are researched.

The stages of development are disclosed, functional capabilities are described, and the features of testing the information-analytical system for processing and visualizing student performance monitoring results are detailed.

Keywords: “quality of higher education”, “academic analytics”, “local monitoring”, “educational achievements monitoring”, “performance monitoring”, “information-analytical system”, “performance results visualization”, “visualization dashboards”.

ВСТУП

Актуальність. Технологічний розвиток суттєво змінив сталі погляди і підходи до виконання рутинних завдань. Сьогодні значна кількість виробничих процесів автоматизовані у різних галузях промисловості, наприклад харчовій, текстильній, машинобудівній, освітній, медичній та інших. Необхідність здійснення ефективного управління та використання даних систем вимагає кваліфікованих і освічених працівників, які здатні приймати швидкі та важливі рішення у короткі терміни створює додаткові вимоги рівня і якості знань, які надають заклади вищої освіти.

Навчання, опосередковане технологіями, набуло помітного значення у вищій освіті, а навчальна аналітика стала потужним інструментом для відстеження взаємодії учнів у системі закладів вищої освіти з метою покращення результатів навчання студентів. Використання інструментів навчальної аналітики з використанням дашбордів (інформаційних панелей) набуває все більшого поширення у закладах освіти у прогресуючих країнах, таких як Сполучені Штати Америки, Німеччина, Іспанія, Велика Британія та інших [1].

У галузях освіти і науки України навчальна аналітика є перспективним напрямом досліджень, результати яких дозволять забезпечити гнучкість навчального процесу на всіх рівнях організації навчального закладу: від керівника установи до кожного окремого студенту. Проєктування систем призначених для навчальної аналітики вимагають комплексного рішення, яке включає в себе компоненти для збору, обробки, аналізу та відображення даних у вигляді звіту, що містить необхідні результати, для проведення детального аналізу на предмет дотримання академічної доброчесності в межах вивчення навчальної дисципліни, правильного використання методів і методик викладання навчального матеріалу. Опрацювання результатів моніторингу навчання дозволяє визначати проблемні і малоефективні ділянки освітнього процесу, надає основу для прийняття управлінських рішень, необхідних для підвищення якості і ефективності навчання.

Мета роботи – створити інформаційно-аналітичну системи для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів. Для досягнення мети було визначено наступні **завдання**:

1. дослідити особливості моніторингу освітніх досягнень здобувачів вищої освіти;
2. дослідити методики опрацювання результатів моніторингу освітніх досягнень студентів;
3. вивчити існуючі способи та програмні засоби навчальної статистики призначених для опрацювання і візуалізації даних;
4. проаналізувати інструменти побудови вебзастосунків, призначених для опрацювання і візуалізації даних;
5. розробити інформаційно-аналітичну систему для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів.

Об’єкт дослідження – моніторинг успішності у закладах вищої освіти з використанням інформаційних технологій

Предмет дослідження – інструменти побудови вебзастосунків, призначених для опрацювання і візуалізації даних.

Методи дослідження:

1. Аналізу і синтезу: виявлення закономірностей у результатах проведеного моніторингу успішності здобувачів вищої освіти, виявлення критеріїв і показників, що дозволяють визначити компоненти для проведення подальшого аналізу.
2. Спостереження: проведення тестування і перевірки працездатності системи з різними наборами тестових даних.
3. Порівняльний: проведення порівняння між існуючими засобами візуалізації статистичних даних з метою виявлення їх переваг і недоліків, щоб використати здобуті відомості під час проєктування інформаційно-аналітичної системи.

4. Моделювання: реалізація прототипу застосунку, необхідного для спостереження за точністю обчислень, визначення практичних результатів.
5. Експерименту: відтворення взаємодії користувача з інформаційно-аналітичною системою для виявлення помилок.

Практичне значення одержаних результатів: створена інформаційно-аналітична система візуалізує результати успішності здобувачів освіти у вищих навчальних закладах для проведення подальшого аналізу з метою вдосконалення та виявлення проблем освітнього процесу.

Апробація одержаних результатів:

1. Виступ на науковій конференції студентів і магістрантів Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка за підсумками науково-дослідної роботи у 2023 році.
2. Виступ на II Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції» (м. Кропивницький, 26 квітня 2024 року).

Публікації:

1. Оpubлікована стаття у віснику Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки [2].
2. Оpubліковані тези у збірнику матеріалів наукової конференції за підсумками науково-дослідної роботи здобувачів вищої освіти фізико-математичного факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка у 2023-2024 н.р. [3]
3. Публікація тез у збірнику матеріалів II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Кропивницький, 26 квітня 2024 року) [4].

Дипломна робота включає: анотацію, вступ, три розділи, дев'ять пунктів, висновки, список використаних джерел та додатки. Також у роботі наведено 20 ілюстрацій та продемонстровано лістинги програмного коду.

ВИСНОВКИ

Галузь освіти відіграє важливу роль у розвитку суспільства та відкриває перспективи для нових відкриттів і вдосконалення існуючих процесів діяльності соціуму. Розвиток освіти і науки є одним з завдань сталого розвитку України, що дозволить зміцнити роль держави на міжнародній арені та значно збільшити відсоток інвестицій у важливі галузі виробництва.

Сучасні Заклади вищої освіти мають складну структурну організацію з взаємопов'язаних елементів. Для провадження заходів спрямованих на вдосконалення і зростання якості освіти необхідно проводити комплекс заходів, що враховують: специфіку навчального закладу, поточний рівень якості навчання, проблемні сектори у провадженні навчальної та/або управлінської діяльності. Одним з етапів модернізації та вдосконалення рівня якості освіти Вищих навчальних закладів є моніторинг і аналіз існуючих результатів успішності студентів. Враховуючи перспективи розвитку навчальної аналітики і низьку кількість практичних наукових досліджень заданого напрямку, створення інформаційно-аналітичної системи для обробки і візуалізації результатів моніторингу успішності студентів стає дуже перспективним кроком, який дозволить збагатити арсенал інструментів навчальної аналітики.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було виконано усі поставлені завдання у повному обсязі, а саме: досліджено особливості і методики опрацювання результатів моніторингу освітніх досягнень здобувачів вищої освіти. Було вивчено існуючі способи та програмні засоби навчальної статистики призначених для опрацювання і візуалізації даних, проаналізувати інструменти побудови вебзастосунків, призначених для опрацювання і візуалізації даних. Практичним результатом дослідження є інформаційно-аналітична система для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів.

У першому розділі кваліфікаційної роботи було досліджено особливості здійснення моніторингу у закладах вищої освіти та необхідність його проведення у закладах вищої освіти. Спираючись на дослідження сучасних науковців, визначено, що забезпечення високої якості освіти навчального закладу є складним і багатокомпонентним процесом, на який впливають рівень не лише матеріально-технічного забезпечення, методи і способи навчання, рівень майстерності науково-педагогічних працівників, але й сила зв'язків взаємодії між студентами і викладачами. Здійснення постійного моніторингу результатів успішності студентів надає вичерпну інформацію про поточний стан здійснення освітнього процесу у підрозділах вищих навчальних закладів. Здійснення контролю за рівнем успішності студентів на різних рівнях надає вичерпну інформацію для здійснення управлінської діяльності. Визначено, які статистичні показники корелюють з якістю навчання і яким чином можуть бути використані під час проведення аналізу успішності навчального закладу. Використання компонентів візуалізації є необхідним компонентом сучасної інформаційно-аналітичної системи призначеної для закладу освіти. Це пов'язано із значною кількістю даних, необхідних для опрацювання.

Правильно побудована система візуалізації може стати потужним програмним засобом, який дозволяє виявляти ознаки, які можуть свідчити про проблемні ділянки освітнього процесу, наявність академічної недоброчесності і корупції. Аналіз результатів візуалізації на предмет наявності корупційних дій або елементів академічної недоброчесності вимагає додаткового дослідження і проведення експертних комісій керівництвом відповідних підрозділів навчального закладу.

У другому розділі проаналізовано існуючі системи візуалізації статистичних даних, таких як “Looker Studio”, “Click Up”, “Data Box”. Розглянуто сучасні фреймворки і бібліотеки призначені для побудови вебзастосунків. Визначено, що фреймворк Angular є багатофункціональним інструментом для побудови односторінкових вебдодатків. Використання

двостороннього зв'язування компонентів за допомогою директив дозволяє досягти бажаних результатів візуалізації і динамічності застосунок.

У третьому розділі визначено вимоги до інформаційно-аналітичної системи, яка є практичним результатом кваліфікаційної роботи. Розкрито особливості і виклики практичної реалізації застосунок, продемонстровано наявні компоненти інтерфейсу і панелі візуалізації результатів успішності студентів відповідно до функціональних вимог. Продemonстровано важливість і етапи проведення тестування системи впродовж усього етапу створення застосунок. Обґрунтовано використання технік тест-дизайну для перевірки необхідної функціональності, підходів та інструментів необхідних для генерації тестових даних.

Розроблена інформаційно-аналітична система для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів є кінцевим результатом виконання усіх поставлених завдань визначених кваліфікаційною роботою. Застосунок може використовуватись у закладах вищої освіти, як допоміжний інструмент здійснення локального моніторингу, який спрямований на виявлення проблемних ділянок та вдосконалення освітнього процесу. Моніторинг результатів успішності студентів дозволяє наочно демонструвати вплив управлінських рішень, ефективність використання різних методик навчання, які мають безпосередній вплив на забезпечення якості освіти.

Застосунок має широкі перспективи подальшого розвитку, який полягає в здатності інтеграції до інформаційних систем, які використовують заклади вищої освіти. Реалізація розмежування прав доступу до перегляду результатів успішності для категорії викладачів і студентів дозволить розширити взаємодію між ними, а використання індивідуальних досягнень нададуть студентам додаткову мотивацію до навчання, оскільки вони зможуть спостерігати динаміку своєї успішності впродовж усього періоду здобуття вищої освіти.

ДОДАТКИ

Додаток А

Зразок джерела даних

name	last_name	group	semester	discipline	type_of_contro	mark	teacher	date
Степанець	Адріана	KN-960	1	KKPF	залік		92 Щастислав Горб	23.1.2022
Верещук	Агапія	KN-960	1	KKPF	залік		70 Щастислав Горб	23.1.2022
Адам	Поривайло	KN-960	1	KKPF	залік		67 Щастислав Горб	23.1.2022
Мазило	Афанасій	KN-960	1	KKPF	залік		67 Щастислав Горб	23.1.2022
Лада	Гарасимівна	KN-960	1	KKPF	залік		98 Щастислав Горб	23.1.2022
Гойко	Поліна	KN-960	1	KKPF	залік		91 Щастислав Горб	23.1.2022
Мілана	Марківна	KN-960	1	KKPF	залік		89 Щастислав Горб	23.1.2022
Аліна	Мінняйло	KN-960	1	KKPF	залік		75 Щастислав Горб	23.1.2022
Трублаєвська	Калина	KN-960	1	KKPF	залік		75 Щастислав Горб	23.1.2022
Арсен	Гайовий	KN-960	1	KKPF	залік		70 Щастислав Горб	23.1.2022
Іванна	Гриневська	KN-960	1	KKPF	залік		73 Щастислав Горб	23.1.2022
Поривайло	Аполлінарія	KN-960	1	KKPF	залік		86 Щастислав Горб	23.1.2022
Галаціон	Дарислава	KN-960	1	KKPF	залік		73 Щастислав Горб	23.1.2022
Білослав	Савицький	KN-960	1	KKPF	залік		62 Щастислав Горб	23.1.2022
Ніна	Павлишина	KN-960	1	KKPF	залік		90 Щастислав Горб	23.1.2022
Степанець	Адріана	KN-960	1	HNNQ	залік		81 Захарій Нестор	29.2.2022
Верещук	Агапія	KN-960	1	HNNQ	залік		94 Захарій Нестор	29.2.2022
Адам	Поривайло	KN-960	1	HNNQ	залік		80 Захарій Нестор	29.2.2022
Мазило	Афанасій	KN-960	1	HNNQ	залік		86 Захарій Нестор	29.2.2022
Лада	Гарасимівна	KN-960	1	HNNQ	залік		60 Захарій Нестор	29.2.2022
Гойко	Поліна	KN-960	1	HNNQ	залік		86 Захарій Нестор	29.2.2022
Мілана	Марківна	KN-960	1	HNNQ	залік		65 Захарій Нестор	29.2.2022
Аліна	Мінняйло	KN-960	1	HNNQ	залік		99 Захарій Нестор	29.2.2022
Трублаєвська	Калина	KN-960	1	HNNQ	залік		66 Захарій Нестор	29.2.2022
Арсен	Гайовий	KN-960	1	HNNQ	залік		61 Захарій Нестор	29.2.2022
Іванна	Гриневська	KN-960	1	HNNQ	залік		95 Захарій Нестор	29.2.2022
Поривайло	Аполлінарія	KN-960	1	HNNQ	залік		65 Захарій Нестор	29.2.2022
Галаціон	Дарислава	KN-960	1	HNNQ	залік		74 Захарій Нестор	29.2.2022
Білослав	Савицький	KN-960	1	HNNQ	залік		81 Захарій Нестор	29.2.2022
Ніна	Павлишина	KN-960	1	HNNQ	залік		80 Захарій Нестор	29.2.2022
Степанець	Адріана	KN-960	1	WUQA	екзамен		81 Марія Добросла	10.10.2022
Верещук	Агапія	KN-960	1	WUQA	екзамен		78 Марія Добросла	10.10.2022
Адам	Поривайло	KN-960	1	WUQA	екзамен		78 Марія Добросла	10.10.2022
Мазило	Афанасій	KN-960	1	WUQA	екзамен		67 Марія Добросла	10.10.2022
Лада	Гарасимівна	KN-960	1	WUQA	екзамен		99 Марія Добросла	10.10.2022
Гойко	Поліна	KN-960	1	WUQA	екзамен		70 Марія Добросла	10.10.2022
Мілана	Марківна	KN-960	1	WUQA	екзамен		63 Марія Добросла	10.10.2022

Додаток Б

Лістинг обчислення показників

```
export class GradeCalculation{
  constructor() {
  }
  //Calculations for statistics criteria
  static calculateMode(data: number[]): number {
    const frequencyMap: { [key: number]: number } = {};
    data.forEach((value) => {
      frequencyMap[value] = (frequencyMap[value] || 0) + 1;
    });
    let mode: number | null = null;
    let maxFrequency = 0;

    for (const value in frequencyMap) {
      if (frequencyMap[value] > maxFrequency) {
        mode = +value;
        maxFrequency = frequencyMap[value];
      }
    }
    return mode || 0;
  }
  static calculateMedian(data: number[]): number {
    const sortedData = data.slice().sort((a, b) => a - b);
    const length = sortedData.length;
    if (length % 2 === 0) {
      const midIndex = length / 2;
      return (sortedData[midIndex - 1] + sortedData[midIndex]) / 2;
    } else {
      const midIndex = Math.floor(length / 2);
      return sortedData[midIndex];
    }
  }
  static calculateAverage(grades: number[]): number {
    const sum = grades.reduce((accumulator, currentGrade) => accumulator +
currentGrade, 0);
    return parseFloat((sum / grades.length).toFixed(2));
  }
  static calculateVariance(data: number[]): number {
    const n = data.length;
    const mean = data.reduce((sum, value) => sum + value, 0) / n;
    const sumSquaredDeviations =
data.reduce((sum, value) => sum + Math.pow(value - mean, 2), 0);
```

Продовження додатку Б

```

return parseFloat((sumSquaredDeviations / n).toFixed(2));
}
static calculateStandardDeviation(grades: number[]): number {
  if (grades.length < 2) {
    return 0;
  }
  const mean: number = this.calculateAverage(grades);
  const squaredDifferences = grades.map(grade => Math.pow(grade - mean, 2));
  const sumSquaredDifferences = squaredDifferences.reduce(
    (accumulator, squaredDifference) => accumulator + squaredDifference, 0);
  const variance = sumSquaredDifferences / (grades.length - 1);
  return parseFloat(Math.sqrt(variance).toFixed(2)) ;
}
static getCalculatedGroupAverageMarks(students: IStudent[]): IGroupSummary[] {
  const groupStatsMap: { [group: string]: { totalMark: number; count: number } } =
{};

  students.forEach((student) => {
    let { group, mark } = student;
    if (!groupStatsMap[group]) {
      groupStatsMap[group] = { totalMark: 0, count: 0 };
    }
    groupStatsMap[group].totalMark += mark;
    groupStatsMap[group].count++;
  });
  const groupAverageMarks: IGroupSummary[] = [];
  for (const group in groupStatsMap) {
    if (groupStatsMap.hasOwnProperty(group)) {
      const { totalMark, count } = groupStatsMap[group];
      const averageMark = +(totalMark / count).toFixed(1);
      const studentCount = this.getCountStudentsPerGroup(students)[group];
      groupAverageMarks.push({ group, averageMark, studentCount });
    }
  }
  return groupAverageMarks;
}
}

```

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. A Current Overview of the Use of Learning Analytics Dashboards. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/1/82>
2. Косінов М., Важливість розробки інформаційно-аналітичної системи для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізико-математичні науки. Випуск 16. Кам'янець-Подільський, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023, С. 42-47.
3. Косінов М., Проектування інформаційно-аналітичної системи для опрацювання та візуалізації результатів моніторингу успішності студентів. Збірник матеріалів наукової конференції за підсумками науково-дослідної роботи здобувачів вищої освіти фізико-математичного факультету Кам'янець Подільського національного університету імені Івана Огієнка у 2023-2024 н.р., 9-10 квітня 2024 року [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, фізико-математичний факультет, 2024. с. 57-59 URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/8094>
4. Косінов М., Смалько О. Розробка інформаційних панелей для візуалізації результатів успішності навчання в освітніх інформаційно-аналітичних системах. Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції: збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Кропивницький, 26 квітня 2024 року). Кропивницький : ДонДУВС, 2024., С. 258-260.
5. Ольга Осередчук, Модель моніторингу якості вищої освіти в Україні, DOI: 10.33989/2075-146x.2022.29.264320. URL: <https://shorturl.at/nwGOx>

6. Оцінювання втрат та потреб української освіти на основі RDNA3.
URL: <https://shorturl.at/HVLPb>
7. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки.
URL: <http://surl.li/dgylw>
8. Державна служба якості освіти України. URL: <https://11l.innk/qxt9f>
9. Зінченко В.О. Моніторинг якості навчального процесу у вищому навчальному закладі : монографія. Луганськ : Вид-во ДЗ “ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2013. 360 с.
10. Моніторинг навчальної діяльності: навчальний посібник. Д.М. Бодненко, О.Б. Жильцов, О.Л. Лещинський, Н.П. Мазур. К: Київський університет імені Бориса Грінченка, 2014. 276 с. ISBN 978-966-7548-98-8
11. Про затвердження Порядку проведення моніторингу якості освіти : Наказ МОН України від 16 січня 2020 р. № 54. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0154-20#n14>
12. Приходько В.М. Парадигми моніторингу якості освіти і педагогічного процесу: (У запитаннях і відповідях). Науково-методичний посібник. Запоріжжя, 2010. 215 с.
13. Освіта в умовах пандемії у 2020/2021 році: аналіз проблем і наслідків URL: <https://t.ly/KAyao>
14. Диджиталізація освітнього процесу і дистанційне навчання в Україні: виклики, проблеми, перспективи. URL: <http://mir.dspu.edu.ua/article/view/271161/268264>
15. І. П. Анненкова КРИТЕРІЇ І ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ОСВІТИ У ВНЗ. ОНУ імені І. І. Мечникова, м. Одеса. URL: <https://shorturl.at/cLrLW>
16. Якість вищої освіти: теорія і практика: навчально-методичний посібник / за наук. ред. А. Василюк, М. Дей; кол. авторів: А. Василюк, М. Дей, В. Базелюк (та ін.); НАПН України, Університет менеджменту освіти. Київ; Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М.,

2019. 176 с.

17. М. М. Ручкіна Навчальний посібник з дисципліни «Основи педагогічних вимірювань та моніторинг якості освіти» для здобувачів освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 014 Середня освіта (Мова і література (турецька, китайська, корейська, англійська)). Одеса, 2023. 161 с.
18. Проценко І. І., Гудименко К.М. Моніторинг як інструмент визначення якості освіти. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 2015, № 4 (48). URL: <https://t.ly/GYBp8>
19. Ольга Осередчук Сутність і структура понять “якість”, “якість освіти”, “моніторинг”, “моніторинг в освіті”, “моніторинг якості вищої освіти” УДК 378. 112 (477) URL: <http://surl.li/uedqd>
20. Пасічник Н. Моніторинг якості освіти як комплексне оцінювання освітнього процесу. URL: <http://surl.li/uebzu>
21. What is Google Looker Studio URL: <https://11l.in/SX6Ow>
22. Looker Studio Docs URL: <https://cloud.google.com/looker/docs>
23. DataBox dashboard examples URL: <https://databox.com/dashboard-examples>
24. ClickUp documentation URL: <https://clickup.com/features/docs>
25. ClickUp data visualization features. URL: <https://clickup.com/on-demand-demo>
26. The seven phases of the software development life cycle. URL: <https://shorturl.at/gFGn6>
27. ECMAScript 2015 Language Specification. URL: <https://262.ecma-international.org/6.0/>
28. The Pros and Cons of Using React for Front-End Development. URL: <https://www.devstringx.com/pros-and-cons-of-using-react>
29. Pros and Cons of Vue.js Framework Programming. URL: <https://t.ly/UmiVu>

30. Angular Single Page Applications (SPA): What are the Benefits? URL: <https://t.ly/wpBAB>
31. Levels and Types of Requirements. URL: <http://surl.li/uecys>
32. Introduction to Node.js. URL: <http://surl.li/uedsq>
33. SDLC V-Model - Software Engineering. URL: <http://surl.li/uedbz>
34. Patriot Missile Defense: Software Problem Led to System Failure at Dhahran, Saudi Arabia: IMTEC-92-26 / A report of the General Accounting office, GAO/IMTEC-92-261992, 1992. URL: <https://www.gao.gov/assets/220/215614.pdf>
35. Floating Point errors in JavaScript/Node.js. URL: <http://surl.li/uedck>
36. DRY Software Design Principle. URL: <https://shorturl.at/Qpq2g>
37. Chart.js Documentation. URL: <https://www.chartjs.org/>
38. Засади інклюзивної освіти в Україні. URL: <https://shorturl.at/9SPGW>
39. ЗАКОН УКРАЇНИ №2297–VI від 01.06.2010 р., Про захист персональних даних. URL: <http://surl.li/uedqt>
40. What is Test Data Generation? URL: <http://surl.li/uedqm>