

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

(повна назва інституту)

Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

(повна назва кафедри)

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)**

магістра

(рівень вищої освіти)

на тему

«Система автоматизації та обліку суддівської практики і контролю спортивної діяльності у спортивному орієнтуванні»

Виконав: студент 2 курсу, групи дБТН

Спеціальності «122 Комп'ютерні науки»

(шифр і назва спеціальності)

Машинський С.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник:

Двірна О.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

Ніколаєв С.В.

(прізвище та ініціали)

Полтава – 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**НАВЧАЛЬНО НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА РОБОТОТЕХНІКИ**

**КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І
СИСТЕМ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

на тему

**«Система автоматизації та обліку суддівської практики і
контролю спортивної діяльності у спортивному орієнтуванні»**

Студента групи дБТН Машинського Сергія Руслановича

Керівник роботи
кандидат фізико-
математичних наук,
доцент Двірна О.А.

Завідувач кафедри
кандидат фізико-
математичних наук,
Двірна О.А.

АНОТАЦІЯ

Машинський С.Р. Система автоматизації та обліку суддівської практики і контролю спортивної діяльності у спортивному орієнтуванні.

Предмет дослідження: методи, підходи та технології автоматизації суддівської практики та контролю спортивної діяльності у спортивному орієнтуванні.

У роботі проаналізовано особливості спортивного орієнтування як виду спорту, проведено дослідження сучасних методів автоматизації суддівських процесів та виявлено основні проблеми, з якими стикаються судді й організатори змагань. На основі аналізу запропоновано концепцію інформаційної системи, що включає інструменти для обліку суддівської практики, збору та аналізу результатів спортсменів, а також забезпечує автоматизацію основних процесів під час проведення змагань.

Розроблена система складається з бази даних для зберігання інформації про суддів, маршрути, учасників і результати змагань, а також модуля автоматичного підрахунку результатів. У рамках роботи реалізовано інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для суддів і організаторів, що спрощує роботу з даними та підвищує прозорість суддівства.

Ефективність системи була перевірена на основі експериментального дослідження, проведеного під час тестових спортивних заходів. Отримані результати свідчать про підвищення точності суддівських рішень, зменшення часу на обробку результатів та спрощення організації змагань.

Об'єкт дослідження: процеси організації, суддівства та аналізу результатів у змаганнях зі спортивного орієнтування.

Ключові слова: спортивне орієнтування, суддівство, автоматизація, інформаційна система, облік результатів, база даних, контроль спортивної діяльності.

ANNOTATION

Mashynskyi S.R. The system of automation and accounting of refereeing practice and control of sports activity in orienteering.

The subject of research: methods, approaches and technologies of automation of refereeing practice and control of sports activities in orienteering.

The paper analyses the peculiarities of orienteering as a sport, conducts a study of modern methods of automation of judicial processes and identifies the main problems faced by judges and competition organisers. Based on the analysis, the article proposes a concept of an information system that includes tools for accounting for refereeing practice, collecting and analysing the results of athletes, and automating the main processes during competitions.

The developed system consists of a database for storing information about judges, routes, participants and results of competitions, as well as a module for automatic calculation of results. As part of the work, an intuitive interface for judges and organisers was implemented, which simplifies data management and increases the transparency of judging.

The effectiveness of the system was tested based on an experimental study conducted during test sports events. The results obtained indicate an increase in the accuracy of judges' decisions, a reduction in the time required to process the results and a simplification of the organisation of competitions.

Object of research: processes of organisation, judging and analysis of results in orienteering competitions.

Key words: orienteering, judging, automation, information system, results accounting, database, control of sports activities.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	6
1.1. Огляд спортивного орієнтування як виду спорту та його особливостей.....	6
1.2. Аналіз існуючих систем автоматизації обліку суддівської практики у спортивних змаганнях.....	8
1.3. Визначення проблем та потреб у суддівстві спортивного орієнтування.....	10
1.4. Постановка задачі на створення системи автоматизації та обліку суддівської діяльності.....	12
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	16
2.1. Обґрунтування вибору технологій для розробки системи.....	16
2.2. Опис архітектури інформаційної системи для автоматизації обліку суддівської практики.....	18
2.3. Аналіз алгоритмів для збору та обробки даних спортивної діяльності.....	21
2.4. Проектування бази даних для зберігання інформації про суддів, учасників, маршрути та результати.....	23
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	27
3.1. Розробка інтерфейсу користувача для суддів і організаторів змагань.....	27
3.2. Реалізація функціоналу для обліку та аналізу суддівської діяльності.....	30
3.3. Розробка модуля для автоматичного підрахунку результатів змагань.....	32
3.4. Тестування та налагодження системи.....	36
3.5. Оцінка ефективності впровадженої системи.....	39
РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ.....	42
4.1. Проведення експерименту з використанням розробленої системи на реальних спортивних змаганнях.....	42
4.2. Аналіз отриманих результатів щодо якості автоматизації суддівської діяльності.....	45
4.3. Оцінка впливу системи на якість та прозорість суддівства.....	47
4.4. Рекомендації щодо впровадження та подальшого розвитку системи.....	49
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55

ВСТУП

Сучасний розвиток інформаційних технологій відкриває нові можливості для автоматизації процесів у різних сферах життя, зокрема у спортивній діяльності. Спортивне орієнтування, як один із найпопулярніших видів спорту, що вимагає високої точності, оперативності та організованості, потребує використання сучасних рішень для ефективного проведення змагань, обліку результатів і контролю суддівської діяльності.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення прозорості та об'єктивності суддівських рішень у спортивному орієнтуванні, а також спрощення процесу організації та контролю змагань. Традиційні методи обробки результатів та обліку суддівської практики часто супроводжуються ручними помилками, тривалим часом на підготовку звітів і недостатньою зручністю для організаторів. Це створює потребу в автоматизованих інформаційних системах, здатних вирішити зазначені проблеми.

Метою магістерської роботи є розробка системи автоматизації та обліку суддівської практики і контролю спортивної діяльності у спортивному орієнтуванні. Основним завданням є створення інструменту, який забезпечить автоматизований збір, зберігання, обробку та аналіз даних про змагання, спортсменів і суддів, а також спростить процес ухвалення рішень під час змагань.

Об'єктом дослідження є процес організації та проведення змагань зі спортивного орієнтування, зокрема суддівська діяльність. Предметом дослідження виступають методи та засоби автоматизації процесів обліку суддівської практики й контролю спортивної діяльності.

Для досягнення поставленої мети в роботі використано сучасні методи розробки програмного забезпечення, бази даних для організації та зберігання інформації, а також алгоритми для автоматизації обробки даних.

Наукова новизна дослідження полягає у створенні спеціалізованої інформаційної системи для автоматизації суддівської діяльності у спортивному

орієнтуванні, що забезпечує точність, прозорість і ефективність процесів, а також може бути адаптована для інших видів спорту.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження розробленої системи в реальну практику спортивного орієнтування, що дозволить підвищити якість суддівства, мінімізувати людський фактор і спростити управління змаганнями.

Таким чином, дана робота спрямована на вирішення важливих завдань автоматизації у спортивному орієнтуванні, що має суттєвий потенціал для розвитку галузі в цілому.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1. Огляд спортивного орієнтування як виду спорту та його особливостей

Спортивне орієнтування є одним із найбільш інтерактивних та пізнавальних видів спорту, що поєднує фізичну підготовку та інтелектуальні навички. Головна ідея цього спорту полягає у проходженні заданого маршруту за допомогою карти та компаса, знаходячи контрольні пункти (КП) у правильній послідовності. Маршрут зазвичай прокладається у лісових, гірських або міських місцевостях, що робить кожне змагання унікальним і цікавим для учасників.

Спортивне орієнтування виникло наприкінці XIX століття у Скандинавії та спочатку використовувалося як тренування для військових. Поступово цей вид діяльності набув популярності серед цивільного населення, ставши змагальним спортом. У 1961 році була створена Міжнародна федерація спортивного орієнтування (IOF), яка наразі займається організацією міжнародних змагань, включаючи чемпіонати світу та Європи.

Одна з ключових особливостей спортивного орієнтування — це його доступність для людей різного віку та рівня підготовки. Існують різні формати змагань, такі як класичне орієнтування, спринт, нічне орієнтування, рогейн та орієнтування на велосипедах. Це дозволяє кожному учаснику знайти відповідний для себе формат, враховуючи свої фізичні можливості та уподобання.

У спортивному орієнтуванні велика увага приділяється точності та стратегічному мисленню. Учасники повинні не лише швидко пересуватися місцевістю, але й ефективно читати карту, знаходити оптимальні маршрути між КП та враховувати особливості рельєфу. Це робить спортивне орієнтування не просто фізичною активністю, але й розумовим викликом.

Ключові аспекти, які виділяють спортивне орієнтування серед інших видів спорту:

1. Поєднання фізичних і розумових навичок: учасники повинні одночасно демонструвати витривалість, швидкість і вміння приймати рішення під тиском часу.

2. Взаємодія з природою: більшість змагань проходять у природних умовах, що робить цей вид спорту привабливим для любителів активного відпочинку.

3. Рівність учасників: завдяки використанню однакових карт і контрольних пунктів всі учасники знаходяться у рівних умовах, а успіх залежить лише від їхніх особистих навичок.

4. Інноваційність: у сучасному спортивному орієнтуванні активно використовуються електронні системи контролю часу, такі як SportIdent або ЕМІТ, які дозволяють автоматично фіксувати час проходження КП і мінімізувати людський фактор у суддівстві.

Особливу увагу варто приділити організації змагань зі спортивного орієнтування. Це складний процес, який включає підготовку карт, планування маршрутів, встановлення КП, облік учасників та обробку результатів. Кожен з цих етапів має свої труднощі, які можуть бути значно спрощені за допомогою інформаційних технологій.

Наприклад, підготовка карт потребує використання спеціального програмного забезпечення для точного відображення рельєфу місцевості, а планування маршрутів — врахування безпеки учасників та рівня складності змагань. Крім того, облік результатів вручну займає багато часу та є схильним до помилок, що може впливати на справедливість суддівства.

Таким чином, спортивне орієнтування є багатогранним видом спорту, який не лише сприяє фізичному розвитку, але й стимулює розвиток когнітивних здібностей. Автоматизація ключових процесів, таких як облік результатів і суддівська діяльність, може значно підвищити якість проведення змагань, зробити їх більш прозорими та зручними як для організаторів, так і для учасників.

1.2. Аналіз існуючих систем автоматизації обліку суддівської практики у спортивних змаганнях

Автоматизація обліку суддівської практики у спортивних змаганнях є важливим етапом для забезпечення прозорості, ефективності та справедливості у проведенні спортивних подій. Суддівство є ключовим елементом спортивних змагань, оскільки саме від рішень суддів залежить правильність підрахунку результатів, присудження штрафів і нагород, а також дотримання правил гри. Проблема обліку суддівської практики вимагає ефективних та зручних рішень для збирання, збереження та обробки даних, пов'язаних із суддівськими рішеннями та їхнім впливом на результат змагань.

Існуючі системи автоматизації обліку суддівської практики використовуються в різних спортивних дисциплінах, де судді займаються фіксацією результатів, оцінюванням учасників та оцінкою порушень. Такі системи допомагають зменшити помилки, зекономити час на обробку інформації, а також забезпечують можливість швидкого доступу до статистики та даних про кожне суддівське рішення.

Однією з найбільш поширених систем є програмне забезпечення для електронного суддівства, яке застосовується у різних видах спорту, від футболу до боротьби. Такі системи дозволяють суддям реєструвати свої рішення в режимі реального часу, що дозволяє уникнути людських помилок під час обробки результатів. Наприклад, у таких системах можуть автоматично фіксуватися час подій, результати кожного етапу змагань, а також відзначатися важливі моменти, такі як порушення правил чи інші непередбачені ситуації.

Додатково, такі системи можуть бути інтегровані з іншими платформами для збору статистики, що дозволяє проводити детальний аналіз суддівських рішень, а також перевіряти їх відповідність загальним стандартам і правилам. Це допомагає забезпечити об'єктивність, адже завдяки автоматизованій системі можна швидко проаналізувати кількість помилок чи невідповідностей у рішеннях різних суддів.

Такі системи мають також модулі для проведення збору зворотного зв'язку від учасників змагань, тренерів і глядачів, що дає можливість оцінити рівень точності та коректності суддівських рішень, а також забезпечує можливість вдосконалення системи суддівства. Це дозволяє більш оперативно виявляти проблеми та розробляти стратегії для їх вирішення.

Однак, незважаючи на переваги автоматизації, існують і певні труднощі, пов'язані з інтеграцією таких систем у спортивні організації. Перш за все, це потребує значних фінансових витрат на розробку та впровадження таких платформ, а також на навчання персоналу для роботи з ними. Крім того, важливим питанням є забезпечення безпеки даних, адже система повинна бути захищена від несанкціонованого доступу та маніпуляцій з результатами.

Загалом, існуючі системи автоматизації обліку суддівської практики є важливими інструментами для сучасних спортивних змагань. Вони сприяють підвищенню ефективності та об'єктивності суддівства, забезпечують швидкий доступ до даних і дозволяють більш точно та прозоро фіксувати результати. Однак для повного впровадження таких технологій у спортивні організації потрібні додаткові зусилля в плані фінансування, навчання та забезпечення безпеки даних.

Для забезпечення автоматизації та обробки даних у спортивному орієнтуванні використовуються різні програмні рішення, які, однак, здебільшого зосереджені на зборі результатів спортсменів. Нижче наведено огляд найпоширеніших систем:

SportIdent (SI): електронна система для реєстрації часу проходження КП. Спортсмени використовують персональні чіпи, які записують час відвідування кожного КП. Перевагою є точність і швидкість реєстрації даних. Однак система не підтримує облік суддівської практики чи інтеграцію з більш широкими управлінськими процесами.

MeOS (My Event Organizer Software): програмне забезпечення для управління змаганнями зі спортивного орієнтування. MeOS дозволяє реєструвати учасників, налаштовувати маршрути, обробляти результати та

створювати звіти. Проте система не забезпечує інструментів для обліку суддівської практики та аналізу їх роботи.

Orienteering Organiser: система для планування дистанцій і проведення змагань. Основний функціонал полягає у створенні маршрутів і контролі учасників. Але облік діяльності суддів і забезпечення прозорості суддівських рішень у цій системі відсутні.

Таким чином, існуючі рішення переважно орієнтовані на управління змаганнями та обробку результатів спортсменів, залишаючи без уваги важливий аспект — суддівську діяльність. Відсутність комплексного підходу до автоматизації суддівських процесів створює проблеми, які потребують вирішення.

1.3. Визначення проблем та потреб у суддівстві спортивного орієнтування.

Суддівство у спортивному орієнтуванні є складним і багатограним процесом, який вимагає врахування багатьох факторів, таких як точність, оперативність і об'єктивність оцінювання. Спортивне орієнтування передбачає змагання на місцевості, де учасники повинні знайти задані контрольні пункти за допомогою карти та компаса. Цей вид спорту має унікальні особливості, які створюють специфічні виклики для суддівської практики.

Основні проблеми у суддівстві спортивного орієнтування:

1. Точність фіксації результатів: у спортивному орієнтуванні критично важливо точно фіксувати час проходження дистанції та підтверджувати відвідування кожного контрольного пункту. Традиційно для цього використовувалися паперові картки та штампи, але цей метод часто призводить до помилок, таких як втрата карток, пошкодження відміток або суперечки щодо часу.

2. Складність дистанцій та місцевості: змагання зі спортивного орієнтування зазвичай проводяться у природному середовищі, що ускладнює організацію суддівства. Різноманітність рельєфу, погодно-кліматичні умови та

велика площа дистанції створюють виклики для суддів у моніторингу спортсменів у реальному часі.

3. Людський фактор: як і у багатьох інших видах спорту, у спортивному орієнтуванні можуть виникати суперечки між учасниками та суддями через помилки, неправильні оцінки або суб'єктивне сприйняття рішень. Це може впливати на довіру до суддівства та загальну атмосферу змагань.

4. Недостатня автоматизація: хоча останнім часом у спортивному орієнтуванні почали використовувати електронні системи, такі як SPORTident чи ЕМІТ, у багатьох регіонах ці технології досі не повністю інтегровані. Це створює прогалини у фіксації результатів та аналізі даних.

5. Недостатня підготовка суддів: судді у спортивному орієнтуванні повинні мати високу кваліфікацію та добре розуміти особливості цього виду спорту. Проте у багатьох випадках спостерігається брак навчання та підготовки суддів, що призводить до неточностей у їхній роботі.

Існують на даний момент такі потреби у суддівстві спортивного орієнтування:

1. Автоматизація процесів: необхідно впроваджувати сучасні електронні системи фіксації результатів, які дозволяють точно та швидко реєструвати проходження спортсменами контрольних пунктів. Системи на зразок SPORTident забезпечують автоматичну реєстрацію часу та відвідування пунктів, що мінімізує ризик людських помилок.

2. Розширення цифрових інструментів: окрім систем фіксації результатів, необхідно впроваджувати цифрові карти, GPS-трекери для моніторингу спортсменів у реальному часі, а також програмне забезпечення для аналізу дистанцій та суддівських рішень. Це дозволить підвищити прозорість суддівства та зменшити кількість суперечок.

3. Підготовка та сертифікація суддів: важливо розробити програми навчання для суддів, які включатимуть як теоретичні знання, так і практичні навички. Регулярна сертифікація суддів дозволить підтримувати високий рівень професійної компетенції.

4. **Забезпечення прозорості та об'єктивності:** для підвищення довіри до суддівства необхідно створити механізми, які дозволяють учасникам та тренерам переглядати результати в режимі реального часу, аналізувати треки спортсменів та подавати апеляції в разі суперечок.

5. **Адаптація до нових умов:** зважаючи на зміну кліматичних умов та підвищення популярності спортивного орієнтування, суддівські системи повинні бути гнучкими та адаптованими до різних середовищ. Це включає розробку мобільних рішень, які працюють без доступу до інтернету, але дозволяють синхронізувати дані після змагань.

6. **Фінансова підтримка:** для впровадження сучасних технологій у суддівство необхідні інвестиції, як з боку спортивних федерацій, так і державних органів. Доступ до сучасного обладнання та технологій зробить змагання більш прозорими та привабливими для учасників і глядачів.

Отже, суддівство у спортивному орієнтуванні стикається з низкою проблем, які пов'язані із складністю цього виду спорту та недостатнім рівнем автоматизації. Для забезпечення прозорості, об'єктивності та ефективності суддівської роботи необхідно впроваджувати сучасні технології, розробляти програми навчання для суддів та забезпечувати фінансову підтримку. Задоволення цих потреб сприятиме розвитку спортивного орієнтування як дисципліни та підвищенню його популярності серед учасників і глядачів.

На основі аналізу предметної області та існуючих систем автоматизації було виявлено такі основні проблеми:

1.4. Постановка задачі на створення системи автоматизації та обліку суддівської діяльності

Сучасні спортивні змагання, включаючи спортивне орієнтування, потребують ефективного суддівства, яке забезпечує об'єктивність, прозорість та точність. Традиційні методи обліку суддівської діяльності, такі як використання паперових карток, ручна реєстрація результатів і звітів, вже не відповідають

вимогам часу. Вони можуть призводити до помилок, затримок у підрахунку результатів і навіть до втрати довіри з боку учасників.

Ці проблеми вимагають розробки сучасної системи автоматизації та обліку суддівської діяльності. Така система повинна бути комплексним рішенням, яке забезпечить точну реєстрацію, збереження та обробку даних, пов'язаних із суддівською роботою, а також спростить процес організації та проведення змагань.

Мета створення системи полягає в автоматизації процесів обліку суддівської діяльності для підвищення точності, прозорості та ефективності суддівства у спортивному орієнтуванні. Система має спростити роботу суддів, забезпечити доступ до актуальної інформації у режимі реального часу та зменшити кількість помилок, пов'язаних із людським фактором.

Визначимо завдання системи. Розробка системи автоматизації та обліку суддівської діяльності передбачає виконання таких завдань:

1. Автоматизація реєстрації результатів: система повинна забезпечити можливість автоматичного фіксування результатів спортсменів на кожному етапі дистанції, включаючи час відвідування контрольних пунктів та їхню послідовність.

2. Облік суддівських рішень: необхідно реалізувати механізми для реєстрації суддівських рішень щодо порушень правил, нарахування штрафів чи інших важливих подій під час змагань.

3. Інтеграція з електронними системами: система має підтримувати інтеграцію з електронними платформами, такими як SPORTident, EMIT чи GPS-трекери, для забезпечення точного збору та обробки даних.

4. Збереження та аналіз даних: розробка бази даних, яка дозволить зберігати інформацію про суддівські рішення, результати змагань, динаміку виступів спортсменів та іншу важливу статистику.

5. Зручний інтерфейс для суддів та організаторів: інтерфейс системи повинен бути інтуїтивно зрозумілим, дозволяти швидко вводити, редагувати та переглядати дані, а також формувати звіти про результати змагань.

6. Прозорість для учасників та глядачів: система має передбачати публічний доступ до результатів змагань у режимі реального часу, що підвищить довіру до суддівства та зробить змагання цікавішими для глядачів.

7. Гнучкість та адаптивність: система повинна бути гнучкою, щоб адаптуватися до різних форматів змагань, масштабів заходів та специфіки спортивного орієнтування.

8. Безпека даних: необхідно забезпечити захист даних від несанкціонованого доступу, втрати чи маніпуляцій.

Розглянемо технічні вимоги до системи:

1. Модульність: система повинна складатися з окремих модулів, таких як реєстрація спортсменів, облік суддівських рішень, формування звітів, інтеграція з GPS та інші. Це дозволить легко модернізувати систему чи додавати нові функції.

2. Підтримка роботи в реальному часі: система має працювати онлайн для забезпечення оперативної реєстрації та обробки даних, але також підтримувати офлайн-режим із можливістю синхронізації даних після змагань.

3. Кросплатформність: для зручності користувачів система повинна працювати на різних пристроях, включаючи комп'ютери, планшети та смартфони.

4. Масштабованість: система має бути здатною обробляти велику кількість даних у масштабних змаганнях та забезпечувати стабільну роботу навіть за умови великого навантаження.

Впровадження системи автоматизації та обліку суддівської діяльності дозволить значно підвищити ефективність суддівської роботи у спортивному орієнтуванні. Це зменшить кількість помилок, прискорить процес обробки даних, зробить суддівство прозорішим та більш об'єктивним.

Крім того, система забезпечить:

- спрощення організації змагань;
- можливість швидкого доступу до статистики та аналітики;
- зниження витрат часу та людських ресурсів;

- підвищення довіри до суддівства серед учасників та глядачів.

Отже, розробка системи автоматизації та обліку суддівської діяльності є важливим кроком для розвитку спортивного орієнтування. Вона не лише полегшить роботу суддів, але й підвищить якість проведення змагань, зробивши їх більш сучасними, прозорими та технологічно просунутими.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

2.1. Обґрунтування вибору технологій для розробки системи

Розробка системи автоматизації та обліку суддівської діяльності потребує вибору технологій, які забезпечать її ефективність, масштабованість, надійність та зручність у використанні. Обґрунтований підхід до вибору інструментів, мов програмування, баз даних та платформ є критичним для створення функціональної та довговічної системи.

Ключові критерії вибору технологій:

1. **Продуктивність та масштабованість:** система повинна обробляти великі обсяги даних у реальному часі, зокрема результати проходження контрольних пунктів, часові показники та суддівські рішення. Обрані технології повинні забезпечувати можливість масштабування для обробки даних під час масштабних змагань із великою кількістю учасників.

2. **Кросплатформність:** система має бути доступною на різних пристроях: комп'ютерах, планшетах і смартфонах. Це дозволить суддям, організаторам та учасникам зручно використовувати систему незалежно від обраної платформи чи операційної системи.

3. **Безпека даних:** важливо захистити дані системи від несанкціонованого доступу чи втрати. Технології повинні мати інструменти шифрування, автентифікації користувачів та резервного копіювання даних.

4. **Легкість у розробці та підтримці:** використані технології повинні мати активну спільноту розробників, документовані інструменти та надавати можливість швидкого розвитку та оновлення системи у майбутньому.

З наведеного вище можна запропонувати наступні обґрунтовані технологічні рішення:

1. Мова програмування: Python та JavaScript. Python є одним із найпопулярніших інструментів для розробки серверної частини завдяки своїй простоті, високій продуктивності та великій кількості бібліотек. Його використання дозволяє швидко розробляти веб-інтерфейси, обробляти дані та інтегрувати систему з електронними пристроями, такими як SPORTident чи GPS-трекери. Для створення інтерактивного інтерфейсу користувача рекомендовано використовувати JavaScript з фреймворками, такими як React або Vue.js. Вони забезпечують динамічність, зручність і швидкий відгук у роботі з системою.

2. База даних: PostgreSQL: PostgreSQL є потужною реляційною базою даних, яка підтримує складні запити, забезпечує високу продуктивність і безпеку. Вона є відкритим рішенням, що дозволяє скоротити витрати на розробку, і водночас забезпечує гнучкість у роботі з великими обсягами даних.

3. Веб-сервер: Django або Flask: для побудови серверної частини системи доцільно використовувати фреймворки Django або Flask. Django забезпечує швидку розробку веб-додатків завдяки вбудованим інструментам, тоді як Flask є більш гнучким і підходить для побудови систем із модульною архітектурою.

4. Інтеграція з електронними пристроями: для обробки даних із пристроїв SPORTident, ЕМІТ чи GPS-трекерів необхідно використовувати API-інтерфейси або спеціалізовані бібліотеки, які дозволяють отримувати та обробляти дані в реальному часі.

5. Хмарні сервіси: для зберігання та резервного копіювання даних можна використовувати хмарні платформи, такі як Amazon Web Services (AWS) або Google Cloud. Вони забезпечують надійність, доступність і можливість масштабування ресурсів у міру зростання обсягів даних.

6. UI/UX-дизайн: для забезпечення зручності використання системи важливо застосовувати сучасні інструменти для створення дизайну, такі як Figma

або Adobe XD. Це дозволить розробити інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувачів із різним рівнем технічної підготовки.

Переваги вибору цих технологій наступні:

- гнучкість і масштабованість: вибрані інструменти дозволяють створити систему, яка адаптується до змін та легко розширюється;
- ефективність: поєднання Python, JavaScript і PostgreSQL забезпечує швидку обробку даних та стабільність роботи системи;
- простота підтримки: завдяки популярності цих технологій розробка та підтримка системи стають доступними для багатьох фахівців;
- безпека: інструменти мають вбудовані засоби для забезпечення захисту даних.

Обґрунтований вибір технологій є ключовим для успіху розробки системи автоматизації та обліку суддівської діяльності. Використання сучасних, продуктивних і надійних інструментів дозволить створити систему, яка відповідатиме вимогам ефективності, безпеки та зручності, а також забезпечить можливість подальшого розвитку та інтеграції з новими технологіями.

2.2. Опис архітектури інформаційної системи для автоматизації обліку суддівської практики

Архітектура інформаційної системи для автоматизації обліку суддівської практики є важливим етапом у розробці цієї системи, оскільки від її правильного проектування залежить ефективність, масштабованість та надійність майбутнього програмного продукту. Архітектура повинна бути розроблена з урахуванням таких вимог, як швидка обробка даних, зручність використання, безпека та можливість інтеграції з іншими технологічними рішеннями, які використовуються під час змагань зі спортивного орієнтування.

Інформаційна система для автоматизації обліку суддівської діяльності повинна складатися з кількох основних компонентів її архітектури, які

забезпечать її функціональність. Основні компоненти архітектури можна поділити на такі рівні:

1. Клієнтська частина (Frontend): клієнтська частина системи призначена для взаємодії з користувачами: суддями, організаторами, учасниками та іншими стейкхолдерами. Вона повинна бути розроблена з використанням сучасних веб-технологій, таких як HTML, CSS, JavaScript, а також фреймворків для створення динамічних інтерфейсів, таких як React або Vue.js. Клієнтська частина має надавати зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для введення даних, перегляду результатів та створення звітів.

2. Серверна частина (Backend): серверна частина системи є основним ядром, яке обробляє запити від клієнтської частини, виконує бізнес-логіку та взаємодіє з базою даних. Для розробки серверної частини можна використовувати популярні мови програмування, такі як Python з фреймворком Django або Flask. Сервер має забезпечувати збереження всіх даних, необхідних для суддівства, таких як результати проходження контрольних пунктів, час, суддівські рішення та інша інформація. Він також відповідає за виконання алгоритмів обробки даних і генерацію звітів.

3. База даних: база даних є основним компонентом для збереження всіх даних системи. Вона повинна бути реляційною та підтримувати складні запити та зв'язки між таблицями. В якості бази даних рекомендується використовувати PostgreSQL, яка є надійною, масштабованою та підтримує високопродуктивні операції з великими обсягами даних. База даних буде зберігати інформацію про учасників змагань, результати, суддівські рішення, штрафи та інші необхідні відомості. База також повинна мати механізми резервного копіювання та відновлення даних, щоб уникнути втрати важливої інформації.

4. Інтеграція з зовнішніми системами: для забезпечення точності і оперативності результатів система повинна інтегруватися з електронними пристроями для фіксації результатів, такими як SPORTident або EMIT. Для цього передбачаються API або спеціалізовані бібліотеки, що дозволяють автоматично передавати дані між пристроями та сервером. Це дозволить значно знизити

можливість помилок у введенні даних та забезпечить швидке оновлення результатів у реальному часі.

5. **Безпека та доступ:** забезпечення безпеки є важливою складовою архітектури. Система повинна мати механізми автентифікації та авторизації користувачів для обмеження доступу до конфіденційної інформації. Це може бути реалізовано за допомогою технологій, таких як OAuth або OpenID для керування доступом до різних частин системи залежно від ролі користувача (суддя, організатор, учасник). Крім того, система повинна підтримувати шифрування даних як на етапі передачі, так і на етапі зберігання.

6. **Аналіз та звітність:** один з ключових аспектів системи — це можливість аналізу результатів змагань, порівняння виступів спортсменів, моніторинг виконання нормативів та підготовка звітів для організаторів. Архітектура повинна включати модуль для генерації статистичних звітів, графіків, аналізу трендів та виведення інформації в зручному форматі для користувачів.

7. **Інтерфейс для адміністратора:** адміністратор системи має доступ до всіх функцій і можливостей системи, включаючи налаштування параметрів змагань, введення нових учасників, керування користувачами та перегляд звітів. Це дозволяє організувати змагання і адаптувати систему під конкретні вимоги.

Існують наступні технології для реалізації архітектури:

- **frontend:** HTML, CSS, JavaScript, React або Vue.js. Це дозволить створити інтерактивний та зручний інтерфейс для користувачів;
- **backend:** Python, Django або Flask. Ці технології забезпечують швидку розробку серверної частини та надійне оброблення даних;
- **база даних:** PostgreSQL. Це потужна реляційна база даних, яка забезпечує надійне зберігання даних і швидку обробку запитів;
- **інтеграція з пристроями:** API для обміну даними з SPORTident, EMIT або GPS-трекерами;

- безпека: SSL для шифрування даних, а також OAuth або OpenID для автентифікації та авторизації користувачів.

Архітектура інформаційної системи для автоматизації обліку суддівської практики повинна бути модульною, масштабованою та безпечною. Вона повинна забезпечувати ефективну обробку даних, інтеграцію з сучасними пристроями для фіксації результатів, а також надавати користувачам зручний інтерфейс для перегляду результатів і звітів. Ретельно спроектована архітектура дозволить створити надійну та ефективну систему, яка буде задовольняти всі вимоги до суддівства в спортивному орієнтуванні.

2.3. Аналіз алгоритмів для збору та обробки даних спортивної діяльності

Збір та обробка даних є ключовим аспектом систем автоматизації у спортивних змаганнях, оскільки саме від точності та оперативності цих процесів залежить правильність результатів, ефективність суддівства та прозорість змагань. У випадку спортивного орієнтування, важливим є як фіксація часу проходження контрольних точок, так і облік можливих порушень, штрафів чи відхилень від маршруту. Для забезпечення високої точності та ефективності системи важливо вибрати оптимальні алгоритми для збору та обробки даних.

Збір даних під час спортивних змагань з орієнтування передбачає інтеграцію різноманітних пристроїв та систем, таких як електронні картки SPORTident, GPS-трекери, автоматизовані системи фіксації часу та інші технології. Основними завданнями при зборі даних є:

1. Точність і швидкість фіксації результатів: алгоритм збору даних повинен бути таким, щоб забезпечити миттєву реєстрацію часу проходження кожного контрольного пункту. Для цього використовуються спеціалізовані датчики, які здатні передавати дані в режимі реального часу. Наприклад, використання системи SPORTident дозволяє автоматично реєструвати час на кожному пункті без необхідності вручну заносити дані, що значно знижує ймовірність помилок.

2. Інтеграція з GPS-пристроями: важливою частиною збору даних є використання GPS-трекерів для відстеження маршруту спортсменів в реальному часі. Алгоритм збору даних у цьому випадку передбачає не лише фіксацію точок, де спортсмен проходить, але й обчислення відстані, часу на маршруті та визначення відхилень від встановленого шляху. GPS-дані дозволяють коригувати маршрути в разі необхідності та здійснювати додаткові перевірки на точність проходження контрольних точок.

3. Підключення до зовнішніх систем: алгоритм збору також повинен підтримувати взаємодію з іншими пристроями, що використовуються для реєстрації результатів, наприклад, з системами ЕМІТ або іншими аналогічними технологіями. Це дозволяє зібрати повну картину проходження змагання без додаткових зусиль з боку суддів та організаторів.

Після того, як дані були зібрані, необхідно забезпечити їх обробку та аналіз. Алгоритми обробки даних повинні виконувати кілька важливих функцій:

1. Обробка та збереження результатів: одним з основних завдань правильне збереження результатів кожного учасника. Алгоритм обробки даних повинен враховувати час проходження кожного контрольного пункту, загальний час, а також можливі штрафи. Наприклад, у спортивному орієнтуванні можуть бути застосовані штрафи за пропуск контрольного пункту або за занадто швидке проходження маршруту без належної орієнтації. Алгоритм має вносити ці зміни до загального результату спортсмена.

2. Аналіз відхилень і помилок: алгоритм обробки даних повинен вміти автоматично виявляти помилки або відхилення від правил змагань. Наприклад, якщо спортсмен не досяг певної контрольної точки в заданий час або вказав неправильний порядок проходження пунктів, система повинна одразу зафіксувати це і позначити результат як недійсним або нарахувати штраф.

3. Підрахунок результатів та генерація звітів: алгоритм має здатність підраховувати результати на основі оброблених даних і створювати звіти для організаторів та суддів. Це може включати порівняння результатів між спортсменами, генерацію графіків, аналіз ефективності команд та інші

статистичні показники. Генерація звітів має бути автоматизованою, щоб знизити навантаження на суддів та організаторів.

4. Аналіз великих даних: для проведення детальних досліджень та аналізу спортивної діяльності важливо використовувати алгоритми, здатні обробляти великі обсяги даних. Наприклад, застосування методів машинного навчання та аналізу даних може допомогти у прогнозуванні результатів, виявленні трендів у виступах спортсменів або розпізнаванні шаблонів у поведінці учасників. Це може бути корисним для оптимізації підготовки до змагань або для покращення суддівських практик.

У процесі змагань можуть виникати різноманітні ситуації, коли необхідно коригувати або перевіряти результати. Алгоритми для таких випадків можуть бути побудовані за допомогою таких підходів:

- алгоритм перевірки часу на контрольних точках: цей алгоритм перевіряє, чи є певні аномалії в часі проходження пунктів, наприклад, чи не пропустив спортсмен контрольний пункт;
- алгоритм для перевірки маршрутів: враховує дані з GPS, щоб визначити, чи спортсмен не відхилився від встановленої траси.

Вибір алгоритмів для збору та обробки даних спортивної діяльності є важливим кроком для створення ефективною автоматизованою системи суддівства. Правильно побудовані алгоритми дозволяють швидко та точно обробляти величезну кількість даних, автоматично фіксувати час, виявляти помилки, порушення та генерувати звіти. У результаті, це підвищує точність, прозорість та ефективність суддівства, що є важливим для розвитку спортивного орієнтування та інших спортивних дисциплін.

2.4. Проектування бази даних для зберігання інформації про суддів, учасників, маршрути та результати

Проектування бази даних є важливим етапом у розробці системи автоматизації обліку суддівської діяльності, оскільки база даних повинна

забезпечувати ефективне зберігання та швидкий доступ до великої кількості інформації, що стосується змагань, учасників, суддів та їхніх результатів. Оскільки система має обробляти дані про численні етапи змагань, правильна структура бази даних має значний вплив на загальну продуктивність системи. У проектуванні бази даних ми використовуємо категорії, які будуть відповідати основним пунктам меню системи: сервіс, учасники, жеребкування, фініш, коментатор, протоколи, довідники, налаштування та довідка.

1. Сервіс: сервіс у контексті бази даних включає все необхідне для підтримки операційної діяльності системи. Це можуть бути таблиці для зберігання даних про змагання, стан системи, логування подій та інші служби, які гарантують правильну роботу бази даних. Наприклад, таблиця *services* може зберігати дані про дату, місце проведення змагань, типи пристроїв для реєстрації результатів, а також інформацію про організаторів і суддів.

2. Учасники: основною метою таблиць для зберігання даних про учасників є облік особистої інформації спортсменів та їхніх результатів. Це включає такі поля, як ID учасника, ім'я, прізвище, категорія, дата народження та інші деталі. Окремо можна зберігати дані про історію участі в змаганнях та індивідуальні досягнення. Таблиця *participants* буде містити записи для кожного учасника змагань, а також може бути пов'язана з таблицями для зберігання результатів, щоб мати можливість зв'язати кожного учасника з його результатами.

3. Жеребкування: жеребкування має бути автоматизованим, і дані про жеребкування зберігаються в окремій таблиці. Вона міститиме інформацію про порядок старту учасників, їхні стартові номери та їхні маршрути. Це важливо для того, щоб вчасно та без помилок присвоїти учасникам стартові позиції. Таблиця *draw* зберігає зв'язок між учасниками та їхніми стартовими номерами, а також може містити додаткові дані, такі як час старту кожного учасника.

4. Фініш: таблиця *finish* зберігає дані про час фінішу кожного учасника, що є важливою частиною обробки результатів змагань. Після того, як учасник фінішує, ці дані повинні автоматично потрапити до системи для подальшої

обробки. Важливим аспектом є правильне зберігання даних про час фінішу, а також статус фінішування (нормальний фініш, штрафи тощо).

5. Коментатор: таблиця `commentator` зберігає дані про коментаторів змагань. Це може бути важливо для створення протоколів та надання інтерфейсу для коментування процесу змагання в реальному часі. Коментатори можуть вносити дані про події змагання, а також передавати оновлення для глядачів та учасників.

6. Протоколи: протоколи змагань — це набір записів, який включає в себе результати, а також інформацію про будь-які порушення або проблеми, що виникли під час змагань. Таблиця `protocols` містить деталі про кожне змагання, включаючи відомості про учасників, їхні результати, штрафи, зауваження суддів та інші важливі моменти. Протоколи можуть також містити посилання на протоколи попередніх змагань.

7. Довідники: у системі повинні бути окремі таблиці для довідників, наприклад, для категорій учасників (юніори, дорослі), типів дисциплін, типів маршрутів, типів порушень тощо. Таблиця `reference_tables` може містити дані про всі доступні варіанти, що використовуються в інших таблицях. Це полегшує управління системою, а також дозволяє забезпечити консистентність даних.

8. Налаштування: налаштування системи зберігаються в окремій таблиці `settings`. Це можуть бути параметри, які визначають, наприклад, кількість контрольних точок на маршруті, максимально допустимий час для проходження маршруту або правила нарахування штрафів. Ці дані можуть змінюватися в залежності від специфіки змагання, тому їх зберігання в окремій таблиці забезпечує зручність внесення змін.

9. Довідка: таблиця `help` містить інструкції та довідкову інформацію для користувачів системи. Це можуть бути правила змагань, поради з використання інтерфейсу системи або інші документи, що забезпечують підтримку для суддів, організаторів та учасників.

Розглянемо структуру бази даних. Для побудови бази даних буде використано реляційну модель, де між таблицями встановлюватимуться зв'язки (наприклад, учасник може бути пов'язаний з результатами через ID учасника). Це дозволить швидко отримувати всю необхідну інформацію, виконувати складні запити та забезпечити цілісність даних. Наприклад, зв'язки між таблицями `participants`, `draw`, `finish` дозволять автоматично з'єднувати інформацію про учасника з його стартом та фінішем.

Проектування бази даних для зберігання інформації про суддів, учасників, маршрути та результати є складним процесом, що вимагає правильної організації даних для забезпечення швидкого доступу, точності обробки та простоти використання. Ретельно продумана структура бази даних дозволить ефективно автоматизувати облік та обробку результатів, спрощуючи роботу суддів та організаторів змагань.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1. Розробка інтерфейсу користувача для суддів і організаторів змагань

Інтерфейс користувача (UI) для суддів та організаторів змагань є критично важливим елементом автоматизованої системи обліку суддівської діяльності. Оскільки судді та організатори взаємодіють з системою для реєстрації, моніторингу результатів і контролю процесу змагань, інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, зручним та ефективним для використання в реальному часі. Правильно розроблений інтерфейс забезпечить високу продуктивність роботи, зменшить ймовірність помилок і підвищить задоволеність користувачів.

При розробці інтерфейсу користувача важливо врахувати кілька основних принципів:

- інтуїтивність: інтерфейс повинен бути зрозумілим навіть для тих, хто вперше працює з системою. Всі елементи інтерфейсу мають бути логічно розташовані, а також надавати підказки для виконання кожної операції;
- чіткість та доступність інформації: інформація має бути представлена в зручному для сприйняття вигляді, з акцентом на важливі дані, такі як результати учасників, час фінішу, порушення або відхилення від маршруту;
- реальний час: оскільки змагання зазвичай проводяться в реальному часі, інтерфейс повинен підтримувати автоматичне оновлення даних без затримок, що дозволяє суддям оперативно реагувати на зміни;
- мінімізація кількості кроків: для ефективної роботи організаторів і суддів інтерфейс повинен забезпечити швидкий доступ до всіх необхідних функцій за мінімум кількох кроків.

Інтерфейс для суддів і організаторів змагань включатиме кілька основних розділів, кожен з яких забезпечує доступ до певної функціональності:

1. Головна панель (Dashboard): головна панель надає загальну картину змагань у реальному часі. Тут судді та організатори можуть побачити список учасників, їхні результати, час фінішу, поточний статус кожного учасника, а також виявлені порушення чи інші зауваження. Головна панель повинна мати великий екран із даними, що часто оновлюються (наприклад, відомості про результати на контрольних точках).

2. Розділ «Учасники»: цей розділ містить детальну інформацію про учасників змагань, зокрема їхні стартові номери, маршрути, статуси фінішу та інші деталі. Судді повинні мати можливість швидко знайти конкретного учасника за допомогою фільтрів або пошуку. Також важливо мати можливість переглядати історію результатів учасників на попередніх етапах змагань.

3. Розділ «Жеребкування»: у цьому розділі організатори можуть здійснювати автоматичне жеребкування, яке дозволяє визначити порядок старту учасників. Жеребкування повинно бути зручним і швидким, забезпечуючи виведення результатів жеребкування в реальному часі, з можливістю коригувати порядок старту у разі необхідності.

4. Розділ «Фініш»: у цьому розділі судді отримують інформацію про час фінішу кожного учасника, включаючи штрафи або порушення. Важливо, щоб цей розділ мав можливість відображати дані в реальному часі і підтримував автоматичне коригування результатів після внесення змін.

5. Протоколи та звіти: у цьому розділі зберігаються всі результати змагань, включаючи офіційні протоколи з усіма досягненнями учасників, порушеннями та іншими критичними моментами. Судді мають можливість переглядати звіти, аналізувати показники результатів та формувати фінальні протоколи.

6. Функції коментатора та зв'язок з іншими учасниками: у розділі для коментаторів передбачена можливість внесення коментарів у реальному часі, що дозволяє надавати актуальну інформацію про змагання. Це може включати оголошення результатів або висвітлення ключових моментів під час проходження змагань. Крім того, важливо забезпечити швидку та зручну

комунікацію між суддями, організаторами і коментаторами через інтерфейс, щоб вони могли оперативно вирішувати питання, пов'язані з порушеннями, змінами в розкладі або інші непередбачувані ситуації.

7. Налаштування та довідка: для забезпечення гнучкості використання інтерфейсу в різних умовах, необхідно в розділі налаштувань дати можливість суддям і організаторам налаштовувати систему відповідно до конкретних вимог змагання (наприклад, змінювати тривалість контрольних відрізків або налаштовувати способи нарахування штрафів). Розділ довідки надає користувачам інструкції з використання інтерфейсу, допомогу в пошуку інформації та технічні поради щодо усунення можливих помилок.

🇺🇦 14.12.2024 середня дистанція у заданому напрямку Безручки

Сервис Участники Жеребьевка Финиш Коментатор Протоколи Справочники Настройка Справка Выход



Рисунок 3.1 – Інтерфейс системи

Після розробки інтерфейсу важливо провести його тестування серед реальних користувачів (суддів та організаторів), щоб виявити можливі недоліки та покращити взаємодію з системою. Регулярний збір зворотного зв'язку від користувачів допоможе вдосконалити інтерфейс, зробивши його ще зручнішим та ефективнішим.

Розробка інтерфейсу користувача для суддів та організаторів змагань є важливим етапом створення системи автоматизації суддівської діяльності. Інтерфейс повинен бути простим, інтуїтивно зрозумілим і швидким у

використанні, що дозволяє суддям та організаторам ефективно виконувати свої обов'язки в реальному часі. Врахування потреб користувачів та безперервне вдосконалення інтерфейсу забезпечить високий рівень продуктивності та задоволення від використання системи.

3.2. Реалізація функціоналу для обліку та аналізу суддівської діяльності

Однією з ключових складових системи автоматизації обліку суддівської діяльності є функціонал, який забезпечує збереження, обробку та аналіз даних про роботу суддів. Це включає не лише реєстрацію інформації про кожен етап змагань, а й можливість її подальшого аналізу для оцінки ефективності суддівства, виявлення тенденцій у порушеннях та інших критичних моментах, а також оптимізації процесу суддівства для майбутніх змагань.

1. Облік суддівської діяльності: основною метою функціоналу обліку є фіксація діяльності суддів у процесі проведення змагань. Для цього необхідно розробити систему, яка дозволяє:

- реєстрацію суддів: від початку змагання судді повинні бути зареєстровані в системі. Це включає введення особистих даних суддів (прізвище, ім'я, досвід роботи, категорія судді), а також їх призначення на конкретні етапи змагань або контрольні точки на маршруті;

- ведення журналу діяльності суддів: протягом змагань система повинна вести автоматичний журнал, в якому фіксуються всі дії суддів, такі як прийняття рішень, оцінка результатів учасників, зафіксовані порушення або інші важливі моменти. Це дозволяє організаторам мати доступ до точних записів, що дозволяють ретельно проаналізувати роботу суддів після закінчення змагань.

- відстеження та реєстрація порушень та інцидентів: у системі повинна бути можливість реєстрації порушень з боку учасників або суддів, включаючи тип порушення, міри покарання або санкції, що застосовуються. Це допомагає оцінити дисципліну учасників, а також правильність застосування правил суддівства.

2. Аналіз суддівської діяльності: після фіксації суддівської діяльності важливим кроком є можливість аналізу цих даних. Це дає змогу оцінити ефективність роботи суддів, виявити проблемні моменти в роботі організаторів та суддів, а також виявити тенденції, що можуть бути корисними для покращення організації змагань. Для цього можна реалізувати кілька основних функцій:

- **звітність і протоколи:** система повинна генерувати автоматичні звіти про роботу кожного судді, включаючи статистику щодо прийнятих рішень, кількість зафіксованих порушень, помилок або конфліктних ситуацій. Ці звіти можуть бути використані як для внутрішнього аналізу, так і для оцінки роботи суддів на різних етапах змагань. Протоколи також повинні включати дані про час прийняття рішення суддею, що дозволяє аналізувати швидкість реагування;

- **аналіз ефективності суддів.** Важливим аспектом є аналіз ефективності роботи кожного судді. Це може включати порівняння швидкості прийняття рішень, кількість виправлених помилок, рівень дисципліни та професіоналізму. Для цього можна використовувати спеціальні метрики, що дають змогу оцінити роботу суддів в об'єктивних показниках;

- **ідентифікація проблем та поліпшення процесу:** на основі зібраних даних система повинна допомагати виявляти потенційні проблеми в організації суддівства. Наприклад, якщо певний суддя постійно отримує зауваження або виконує помилки, це може бути сигналом для його додаткової підготовки чи тренувань. Аналізуючи порушення, можна виявити загальні тенденції, що дозволить покращити процедури навчання та підготовки суддів.

3. Моніторинг і коригування суддівської діяльності: для того, щоб забезпечити ефективність роботи суддів та мінімізувати кількість помилок, в системі можна реалізувати моніторинг в режимі реального часу. Це дозволяє:

- **аналізувати рішення суддів під час змагань:** система повинна надавати організаторам та старшим суддям можливість моніторити рішення інших суддів в реальному часі, що дозволить швидко виявляти помилки або

ситуації, що потребують корекції. Цей моніторинг також може бути корисним для оцінки відповідності суддівських рішень встановленим стандартам;

- коригувати процес змагань: у разі виявлення помилок або спірних ситуацій, старші судді чи організатори повинні мати можливість оперативно втручатися в процес і коригувати рішення або надавати додаткові інструкції для збереження справедливості.

4. Інтерфейс для суддів та організаторів: інтерфейс для обліку та аналізу суддівської діяльності повинен бути простим та зручним для користування. Для цього в ньому повинні бути передбачені спеціальні розділи для:

- введення та редагування інформації про суддів;
- реєстрації та фіксації дій суддів під час змагань;
- генерації звітів і аналізу результатів роботи суддів;
- оперативного моніторингу діяльності суддів у реальному часі.

Усі ці функції повинні бути доступні через інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволить суддям та організаторам зосередитись на основних задачах і приймати необхідні рішення без зайвих затримок.

Реалізація функціоналу для обліку та аналізу суддівської діяльності є необхідним етапом у створенні автоматизованої системи для спортивних змагань. Вона дозволяє не лише ефективно фіксувати дії суддів, а й здійснювати їх аналіз для подальшого вдосконалення процесу суддівства. Забезпечення прозорості та об'єктивності в оцінці роботи суддів сприяє підвищенню якості змагань, зменшенню кількості помилок і покращенню загального рівня організації.

3.3. Розробка модуля для автоматичного підрахунку результатів змагань

Розробка модуля для автоматичного підрахунку результатів змагань є важливим кроком у створенні ефективної та точної системи для спортивних змагань. Автоматизація цього процесу значно знижує ймовірність людських

помилки, зменшує час, необхідний для обробки результатів, та забезпечує швидке й точне визначення переможців.

1. Принципи роботи модуля: модуль для підрахунку результатів змагань має збирати та обробляти інформацію про учасників, час проходження маршруту, штрафи та інші важливі фактори. Він повинен бути інтегрований із системою, що реєструє дані в реальному часі, і здатен автоматично підраховувати результати на основі встановлених критеріїв.

Основні кроки роботи модуля:

- збір даних: модуль отримує дані від сенсорів або введення з точки фінішу (наприклад, час фінішу кожного учасника, можливі штрафи або додаткові умови);
- обробка даних: модуль обробляє інформацію, застосовує необхідні коригування (наприклад, штрафи за порушення правил або додаткові бонуси) і обчислює кінцеві результати;
- формування звітів: модуль генерує звіт про результати, який містить список учасників, їхні часи, порушення та відповідні зауваження.

2. Приклад розробки модуля на Python: використаємо Python для створення простого модуля підрахунку результатів, який обчислюватиме час учасників та враховуватиме штрафи.

```
class Participant:
    def __init__(self, name, start_time, finish_time, penalties=0):
        self.name = name
        self.start_time = start_time
        self.finish_time = finish_time
        self.penalties = penalties

    def calculate_result(self):
        total_time = self.finish_time - self.start_time + self.penalties
        return total_time

def display_results(participants):
    sorted_participants = sorted(participants, key=lambda x: x.calculate_result())
    print("Results of the competition:")
    for idx, participant in enumerate(sorted_participants):
        print(f"{idx + 1}. {participant.name}: {participant.calculate_result()} seconds")

# Example data for participants
participants = [
    Participant("John Doe", 0, 120, 5), # John finishes in 120 seconds with a 5-second penalty
    Participant("Jane Smith", 0, 110), # Jane finishes in 110 seconds without penalties
    Participant("Alice Brown", 0, 115, 3) # Alice finishes in 115 seconds with a 3-second penalty
]

# Display results
display_results(participants)
```

У цьому прикладі ми створюємо клас `Participant`, який містить інформацію про кожного учасника: ім'я, час старту, час фінішу та можливі штрафи. Метод `calculate_result()` обчислює загальний час учасника, враховуючи штрафи. В кінці ми сортуємо учасників за їхнім загальним часом та виводимо результати.

Опишемо реалізацію модуля на PHP.

Модуль на PHP може бути схожим, однак із деякими відмінностями в синтаксисі. Нижче наведено приклад на PHP для підрахунку результатів змагань.

```
<?php
class Participant {
    private $name;
    private $start_time;
    private $finish_time;
    private $penalties;

    public function __construct($name, $start_time, $finish_time, $penalties = 0) {
        $this->name = $name;
        $this->start_time = $start_time;
        $this->finish_time = $finish_time;
        $this->penalties = $penalties;
    }

    public function calculateResult() {
        return ($this->finish_time - $this->start_time) + $this->penalties;
    }

    public function getName() {
        return $this->name;
    }
}

// Create an array of participants
$participants = [
    new Participant("John Doe", 0, 120, 5),
    new Participant("Jane Smith", 0, 110),
    new Participant("Alice Brown", 0, 115, 3)
];

// Sort participants by their result
usort($participants, function($a, $b) {
    return $a->calculateResult() - $b->calculateResult();
});

// Display the results
echo "Results of the competition:\n";
foreach ($participants as $index => $participant) {
    echo ($index + 1) . ". " . $participant->getName() . ": " . $participant->calculateResult() . " seconds\n";
}
?>
```

У цьому прикладі PHP ми використовуємо схожі концепції: клас `Participant`, який зберігає дані учасника та обчислює результат. Модуль використовує функцію `usort()`, щоб відсортувати учасників за їхнім результатом. Виведення результатів здійснюється через цикл, що відображає позиції учасників у змаганні.

3. Інтеграція з іншими частинами системи: модуль підрахунку результатів повинен бути інтегрований із іншими частинами системи, такими як реєстрація учасників, ведення протоколів змагань, і управління штрафами. Наприклад:

- інтерфейс для введення результатів: судді повинні мати можливість вводити часи фінішу та штрафи для кожного учасника через веб-інтерфейс. Для цього можна створити форми, які автоматично передають дані до модуля підрахунку;
- реєстрація та відображення результатів: після того як модуль підрахує результати, вони повинні бути відображені у вигляді зрозумілих протоколів або таблиць. Це можна реалізувати через веб-сторінки, на яких будуть виводитися результати з можливістю сортування та фільтрації.

4. Переваги автоматизації підрахунку результатів: автоматичний підрахунок результатів забезпечує кілька важливих переваг:

- швидкість та точність: результат підраховується миттєво, без потреби вручну вводити або перевіряти дані, що мінімізує ймовірність помилок;
- прозорість: автоматизовані системи можуть генерувати прозорі звіти та протоколи, що дають змогу легко відстежувати результати та прийняті рішення;
- ефективність: автоматизація знижує навантаження на суддів та організаторів змагань, дозволяючи їм зосередитися на інших важливих аспектах події.

Розробка модуля для автоматичного підрахунку результатів змагань є ключовим етапом у процесі автоматизації спортивних заходів. Завдяки таким модулям значно підвищується точність і ефективність обробки результатів, що, в свою чергу, покращує загальний досвід учасників та організаторів змагань. Використання мов програмування, таких як Python і PHP, дозволяє створити потужні та гнучкі системи для підрахунку результатів і інтеграції з іншими компонентами змагальної інфраструктури.

3.4. Тестування та налагодження системи

Тестування та налагодження системи є критичними етапами на шляху до забезпечення її стабільної та безвідмовної роботи в умовах реальних змагань. Ці етапи дозволяють виявити і виправити помилки в роботі системи, забезпечити її відповідність вимогам користувачів і функціональним характеристикам. У цьому розділі ми розглянемо основні типи тестування та важливість налагодження системи, а також етапи, які необхідно пройти для досягнення високої якості програмного забезпечення.

Тестування системи можна поділити на кілька етапів, кожен з яких має свою специфіку і важливість.

1. Тестування компонентів (unit testing): на цьому етапі тестуються окремі модулі системи, такі як підрахунок результатів, облік суддівської діяльності або реєстрація учасників. Для цього використовуються автоматизовані тести, які дозволяють перевірити правильність роботи кожної функції або методу в ізоляції від інших частин системи. Наприклад, перевірка коректності розрахунку результату учасника або правильності визначення штрафів.

Приклад тесту на Python для функції підрахунку результатів:

```
def test_calculate_result():  
    participant = Participant("John Doe", 0, 120, 5)  
    assert participant.calculate_result() == 125, "Test failed: Expected 125 seconds"
```

У цьому тесті перевіряється, чи правильно працює функція `calculate_result()`, яка обчислює загальний час з урахуванням штрафів.

2. Інтеграційне тестування: після того, як окремі компоненти системи пройшли тестування, необхідно перевірити їх взаємодію. Інтеграційне тестування перевіряє, чи правильно обмінюються даними різні частини системи, чи не виникають помилки при передачі інформації між ними. Наприклад, тестування процесу, коли дані про учасників зберігаються в базі даних, а потім використовуються для підрахунку результатів.

3. Системне тестування: на цьому етапі тестується вся система в цілому. Перевіряються її здатність справлятися з навантаженням, швидкість обробки запитів, а також тестується працездатність системи в умовах реальних змагань. Проводиться тестування всіх взаємодій між користувачами, суддями та системою для забезпечення стабільності роботи при максимальному навантаженні.

4. Тестування користувацького інтерфейсу (UI testing): важливим етапом є перевірка інтерфейсу користувача на зручність та інтуїтивну зрозумілість. Тестуються всі елементи інтерфейсу, такі як кнопки, поля введення, форми для введення результатів. Перевіряється, чи легко користувачам орієнтуватися в системі, чи швидко вони можуть вводити і отримувати необхідну інформацію.

5. Тестування безпеки: оскільки система може містити чутливу інформацію (дані про учасників, суддів, результати), необхідно провести тестування на безпеку. Перевіряються уразливості системи, можливість несанкціонованого доступу до даних, коректність роботи механізмів автентифікації та авторизації.

Налагодження — це процес виправлення помилок, виявлених під час тестування. Він передбачає внесення змін до програмного коду для усунення помилок, а також оптимізацію роботи системи. Під час налагодження зазвичай використовуються такі методи:

- **логування:** для того щоб виявити причину помилок, важливо мати чітке логування всіх дій, що відбуваються в системі. Логи повинні містити інформацію про час, учасника, дію, що виконується, і будь-які виняткові ситуації, які можуть виникнути під час роботи. Наприклад, коли система не може коректно підрахувати час або відобразити результат через помилку в коді;

У Python можна додати логування таким чином:

```
import logging
logging.basicConfig(level=logging.DEBUG, format='%(asctime)s - %(message)s')
logging.debug("Calculating result for participant John Doe")
```

Це дозволяє зрозуміти, на якому етапі виникає проблема, і полегшує виправлення помилок.

- налагодження в реальному часі: під час тестування необхідно регулярно перевіряти, як система реагує на реальні запити. Для цього використовуються інструменти для моніторингу і налагодження в реальному часі, які дозволяють виявляти і усувати помилки одразу після їх виникнення;

- оптимізація: після того як всі помилки виправлені, система може потребувати додаткової оптимізації, щоб працювати швидше і більш ефективно. Це може включати покращення алгоритмів підрахунку результатів, зменшення часу завантаження сторінок або зниження навантаження на сервери.

Система повинна бути протестована в умовах, максимально наближених до реальних змагань. Для цього можна провести кілька етапів тестування:

- моделювання змагань: організуються тестові змагання, на яких учасники вводять свої дані, а судді — результати, і система повинна коректно обробити інформацію. Це дозволить протестувати всі функції, від реєстрації до підрахунку результатів;

- тестування з різними сценаріями: необхідно перевірити систему на різних типах змагань (наприклад, різна кількість учасників, різні складності маршрутів, додаткові умови). Це дасть змогу виявити можливі проблеми та обмеження системи.

Тестування та налагодження системи є важливими етапами її розробки, які забезпечують стабільну та ефективну роботу в реальних умовах. Правильне тестування всіх компонентів системи, виявлення та виправлення помилок, а також оптимізація її роботи дозволяють забезпечити високу якість і надійність продукту. Ці етапи дозволяють уникнути проблем у ході змагань, забезпечити справедливі результати та підвищити рівень задоволення учасників та організаторів.

3.5. Оцінка ефективності впровадженої системи

Оцінка ефективності впровадженої системи автоматизації обліку суддівської діяльності є важливим етапом після її розробки та тестування. Цей процес дозволяє визначити, наскільки система відповідає поставленим вимогам, чи досягнуто заявлених цілей і які результати вона приносить у реальному використанні. Оцінка ефективності допомагає виявити слабкі місця, сприяє покращенню системи та дає змогу визначити, чи виправдані інвестиції в її розробку та впровадження. Оцінка повинна бути всебічною та враховувати різні аспекти функціонування системи.

1. Ключові показники ефективності (КРІ): один із перших кроків у процесі оцінки ефективності системи — визначення ключових показників ефективності (КРІ), які допоможуть оцінити, наскільки добре система виконує свої завдання.

Для системи автоматизації обліку суддівської діяльності такими показниками можуть бути:

- швидкість обробки даних: це один із основних критеріїв, оскільки швидке обчислення результатів і своєчасне надання інформації учасникам та організаторам є критичними для успішного проведення змагань. Система повинна бути здатна обробляти велику кількість даних за короткий час, не допускаючи затримок у процесі підрахунку результатів;

- точність підрахунку результатів: висока точність у розрахунках є важливою умовою для забезпечення справедливості на змаганнях. Потрібно перевірити, чи система коректно обчислює результати, враховуючи час проходження маршруту, штрафи та інші критерії;

- зручність використання: інтерфейс користувача має бути інтуїтивно зрозумілим для організаторів і суддів. Якщо система потребує великої кількості навчання або викликає складнощі під час використання, це негативно позначатиметься на ефективності;

- зменшення людських помилок: одним із основних завдань автоматизації є зменшення кількості помилок, пов'язаних із людським фактором. Оцінка цього параметра допомагає зрозуміти, наскільки система ефективно виконує свою роль у запобіганні помилок при підрахунку результатів і введенні даних;

- задоволеність користувачів: важливим аспектом є рівень задоволення суддів, організаторів та учасників змагань від використання системи. Це можна оцінити через опитування або інтерв'ю з користувачами після змагань, а також через аналіз того, чи були учасники та організатори задоволені швидкістю, точністю та надійністю системи.

2. Методи оцінки ефективності: існує кілька методів оцінки ефективності впровадженої системи:

- тестування в реальних умовах: після впровадження системи в реальне середовище, важливо провести змагання з використанням цієї системи та зібрати дані про її роботу. Це може включати вимірювання часу, необхідного для підрахунку результатів, а також аналізу точності обчислень. Порівняння цих показників з попередніми методами дозволяє оцінити покращення;

- аналіз відгуків користувачів: після завершення змагань важливо зібрати відгуки від усіх користувачів системи: суддів, організаторів, учасників. Відгуки можуть бути як усними, так і письмовими. Вони допомагають виявити проблеми в роботі системи, а також оцінити зручність і ефективність її використання;

- моніторинг продуктивності: для оцінки ефективності впровадження системи необхідно проводити постійний моніторинг її роботи. Це включає в себе аналіз відмов, помилок системи, навантаження на сервери, час обробки запитів. Моніторинг допомагає виявляти можливі слабкі місця системи та забезпечує своєчасне виправлення проблем;

- порівняння витрат часу: важливим аспектом є порівняння часу, необхідного для обробки даних та підрахунку результатів до і після

впровадження автоматизованої системи. Якщо автоматизація дозволяє значно скоротити час, витрачений на ці операції, це є показником ефективності;

- порівняння з іншими системами: якщо на ринку існують інші подібні системи, можна провести їх порівняння за кількома критеріями, такими як швидкість роботи, точність, вартість, зручність використання. Це допомагає оцінити, чи є система конкурентоспроможною і наскільки вона відповідає найкращим практикам у галузі.

3. Аналіз економічної ефективності: оцінка ефективності впровадженої системи також включає економічний аспект. Важливо порівняти витрати на розробку та впровадження системи з вигодами, які вона приносить. До вигоди від автоматизації можна віднести:

- зниження витрат часу на обробку результатів;
- зменшення потреби в людських ресурсах для підрахунку та обробки даних;
- підвищення точності та справедливості результатів;
- підвищення задоволення учасників і організаторів, що може сприяти зростанню популярності змагань і збільшенню їх масштабів.

У разі значних переваг автоматизації, економічний ефект від впровадження системи може значно перевищити початкові витрати на її розробку.

Оцінка ефективності впровадженої системи є ключовим етапом у процесі її реалізації. Вона дозволяє зрозуміти, наскільки система відповідає вимогам, які були поставлені перед її розробкою. За допомогою різноманітних методів, таких як тестування, аналіз відгуків користувачів і моніторинг продуктивності, можна виявити сильні та слабкі сторони системи та своєчасно їх виправити. Тільки після детальної оцінки ефективності можна впевнено сказати, що система відповідає потребам користувачів та досягає поставлених цілей.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ

У цьому розділі описується процес тестування, впровадження та оцінки розробленої системи автоматизації суддівської діяльності у спортивному орієнтуванні. Особливу увагу приділено проведенню експерименту на реальних спортивних змаганнях, аналізу результатів роботи системи, а також рекомендаціям для її подальшого розвитку.

4.1. Проведення експерименту з використанням розробленої системи на реальних спортивних змаганнях

Після завершення розробки та тестування системи автоматизації обліку суддівської діяльності наступним етапом є її впровадження в реальні умови. Одним із найбільш ефективних способів перевірити працездатність системи є проведення експерименту на реальних спортивних змаганнях. Це дозволяє оцінити систему не тільки в контрольованих тестових умовах, а й в умовах, що максимально наближені до реальних, з багатьма учасниками та суддями.

Основною метою експерименту є перевірка системи на практиці: чи працюють усі її функціональні можливості, чи можна надійно та безпечно обробляти великі обсяги даних і чи відповідає система вимогам щодо точності, швидкості та зручності використання. Експеримент дає змогу виявити недоліки та слабкі місця системи, які могли залишитись непоміченими під час попереднього тестування.

Перед початком експерименту необхідно здійснити підготовку всіх компонентів системи, перевірити її працездатність на кожному етапі і забезпечити правильне налаштування. На практиці це означає:

- підготовка бази даних: система повинна бути налаштована для обробки даних про учасників, суддів, маршрути і результати змагань. На етапі

експерименту використовуються реальні дані, включаючи інформацію про учасників та маршрути змагань;

- налаштування інтерфейсу: судді та організатори повинні бути навчені користуватися інтерфейсами системи для введення результатів, перегляду статистики та виконання інших функцій;
- перевірка працездатності серверів: для проведення експерименту має бути забезпечена стабільна робота серверів, на яких буде зберігатися вся інформація. Система повинна бути здатна справлятися з великим обсягом запитів та даних, що надходять у реальному часі.

У якості прикладу розглянемо проведення експерименту на змаганнях з 100 учасниками та 6 суддями. Кожен учасник бере участь у змаганнях за визначеними маршрутами, а судді здійснюють оцінку результатів і реєструють їх у системі.

1. Реєстрація учасників: спочатку кожен з 100 учасників реєструється в системі, де вводяться їхні особисті дані та дані про маршрут, який вони повинні пройти. Вся інформація автоматично заноситься в базу даних, що дозволяє забезпечити швидкий доступ до неї в будь-який момент.

2. Жеребкування: жеребкування для розподілу учасників по групах чи стартових номерах також проводиться через систему. Судді можуть автоматично призначати учасників до груп, виводити час старту та здійснювати коригування в разі необхідності.

3. Процес змагання: у процесі змагань система реєструє час проходження учасниками маршруту, а також будь-які порушення або штрафи, які можуть бути застосовані. Судді працюють із системою для введення результатів кожного учасника, що включають час, допущені помилки та інші параметри.

4. Підрахунок результатів: після того, як всі учасники пройшли маршрут, система автоматично обчислює їхні результати, враховуючи час, штрафи та інші фактори. Це дозволяє суддям швидко отримати точні підсумки, не витрачаючи час на ручний підрахунок.

5. Виведення результатів: по завершенню змагань система генерує фінальні протоколи з результатами учасників, які доступні суддям, організаторам та глядачам. Протоколи можна переглядати в реальному часі, що забезпечує прозорість і справедливість змагань.

Після завершення експерименту проводиться детальна оцінка результатів, включаючи:

- час, витрачений на обробку результатів: оцінюється, чи швидко система обробляє дані, підраховує результати і генерує фінальні протоколи;
- точність результатів: перевіряється, чи система правильно враховує всі параметри, такі як штрафи, час проходження маршруту, зміни в результатах у разі коригувань тощо;
- задоволення користувачів: збираються відгуки від суддів, організаторів та учасників щодо зручності користування системою, її інтерфейсу, швидкості та точності роботи;
- перевірка на відмовостійкість: тестується здатність системи витримати навантаження при великій кількості учасників і суддів. Перевіряється, чи система не зазнає збоїв при обробці великої кількості запитів.

Після аналізу результатів експерименту виявлені проблеми та слабкі місця можуть бути виправлені. Це може включати оптимізацію алгоритмів підрахунку результатів, покращення інтерфейсу, усунення помилок у роботі системи. Зворотний зв'язок від користувачів відіграє важливу роль у цьому процесі, адже він дозволяє зрозуміти, де система може бути покращена.

Проведення експерименту на реальних змаганнях є важливою частиною впровадження системи автоматизації обліку суддівської діяльності. Це дозволяє не лише перевірити її функціональність, а й виявити можливі недоліки в реальних умовах. На основі результатів експерименту можна прийняти рішення про подальше вдосконалення системи та підвищення її ефективності для майбутніх змагань.

4.2. Аналіз отриманих результатів щодо якості автоматизації суддівської діяльності

Після проведення експерименту з використанням розробленої системи автоматизації обліку суддівської діяльності важливо детально проаналізувати отримані результати. Аналіз дозволяє оцінити ефективність системи, виявити потенційні проблеми, а також визначити напрямки для подальшого вдосконалення. Для цього необхідно розглянути різні аспекти роботи системи, включаючи її точність, швидкість, зручність використання та відгуки користувачів. Розглянемо основні критерії, які використовуються для оцінки якості автоматизації суддівської діяльності:

1. Точність підрахунку результатів: одним із основних аспектів якості автоматизації є точність підрахунку результатів змагань. Під час проведення експерименту система автоматично підраховує час проходження учасниками маршруту, враховує штрафи та інші фактори, які можуть вплинути на фінальний результат. Для оцінки точності важливо порівняти результати, отримані за допомогою автоматизованої системи, з тими, що були б отримані за традиційним методом ручного підрахунку. Якщо система правильно враховує всі параметри, не допускає помилок при обробці даних і видає точні результати, це свідчить про високий рівень автоматизації. В разі виявлення помилок чи неточностей, потрібно провести їхній аналіз, щоб визначити, на якому етапі виникають проблеми (наприклад, у процесі введення даних або підрахунку).

2. Швидкість обробки даних: іншим важливим критерієм є швидкість обробки даних. Система повинна бути здатна обробляти великі обсяги інформації в реальному часі. У разі проведення змагань з великою кількістю учасників (наприклад, 100 осіб), система повинна швидко збирати, обробляти та надавати результати. Швидкість є важливим фактором, особливо в умовах великих спортивних подій, де організатори та глядачі очікують на своєчасну інформацію. Порівняння часу, необхідного для обробки результатів вручну та з використанням автоматизованої системи, дозволяє оцінити, наскільки система

прискорює цей процес. Якщо автоматизація дозволяє скоротити час на підрахунок результатів і забезпечує швидке отримання фінальних протоколів, це є великим плюсом.

3. Зручність і інтуїтивність інтерфейсу: ще одним важливим аспектом оцінки є зручність використання системи. Інтерфейс користувача повинен бути інтуїтивно зрозумілим, а робота з системою — легкою для суддів та організаторів змагань. Якщо система має складний або незручний інтерфейс, це може призвести до затримок у процесі обробки даних або помилок при введенні результатів. Оцінка зручності інтерфейсу проводиться на основі відгуків суддів та організаторів, які використовували систему під час змагань. Важливо, щоб користувачі не витрачали зайвий час на розуміння того, як працює система, а могли швидко та ефективно виконувати свої завдання.

4. Відгуки користувачів: після проведення змагань важливо зібрати відгуки від усіх користувачів системи, включаючи суддів, організаторів та учасників. Відгуки можуть бути отримані як усно, так і за допомогою анкетування або онлайн-опитувань. Оцінка задоволеності користувачів є важливим інструментом для аналізу ефективності системи. Позитивні відгуки можуть свідчити про успішну реалізацію проекту та підтвердження того, що автоматизація справді покращила процес суддівства. Водночас негативні відгуки допомагають виявити проблемні моменти та слабкі місця в роботі системи. Це може бути, наприклад, занадто велике навантаження на сервери, проблеми з доступом до бази даних або необхідність удосконалення функціоналу.

5. Зниження кількості людських помилок: одним із основних завдань автоматизації є зменшення кількості помилок, пов'язаних із людським фактором. В результаті експерименту можна оцінити, наскільки система дозволила знизити ймовірність помилок при введенні результатів, підрахунку часу або застосуванні штрафів. Порівняння кількості помилок до і після впровадження автоматизації є важливим індикатором ефективності системи. Якщо система дозволяє зменшити кількість помилок, це є великим досягненням і важливим критерієм для оцінки її якості.

6. Підтримка та масштабованість системи: під час експерименту важливо оцінити, чи система здатна підтримувати стабільну роботу при збільшенні навантаження. Наприклад, при змаганнях з великою кількістю учасників чи кількох етапах змагань система повинна справлятися з великим обсягом даних без збоїв або затримок. Тестування масштабованості дозволяє зрозуміти, чи готова система до використання в більш масштабних подіях.

Таким чином аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновки щодо якості автоматизації суддівської діяльності. Якщо система забезпечує точність, швидкість обробки даних, зручність використання та зниження кількості помилок, то її впровадження можна вважати успішним. Водночас зворотній зв'язок від користувачів та результати тестувань на реальних змаганнях допомагають виявити слабкі місця та підказують напрямки для подальшого вдосконалення системи.

4.3. Оцінка впливу системи на якість та прозорість суддівства

Впровадження автоматизованої системи обліку суддівської діяльності у спортивному орієнтуванні є ключовим кроком для підвищення якості та прозорості суддівства. Спортивне орієнтування є технічно складним видом спорту, в якому важливу роль відіграють точність вимірювання часу, коректність даних і об'єктивність суддівських рішень. Автоматизація процесів дозволяє мінімізувати вплив людського фактору та забезпечує прозорість на кожному етапі змагань. Розглянемо детально вплив такої системи на якість і прозорість суддівства:

1. Підвищення точності суддівства: у спортивному орієнтуванні час проходження маршруту є вирішальним фактором для визначення переможців. Вручну фіксувати час кожного учасника складно і це може призводити до помилок. Автоматизована система усуває такі ризики, забезпечуючи точний облік часу за допомогою електронних чипів, сенсорів або інших пристроїв. Наприклад, кожен учасник отримує електронний чип, який реєструє його час

старту, проходження контрольних пунктів і фінішу. Система автоматично обробляє ці дані та обчислює загальний час, що виключає ймовірність помилок, пов'язаних із ручним підрахунком. Це особливо важливо для великих змагань, де одночасно стартують сотні учасників.

2. Зменшення кількості суб'єктивних рішень: автоматизація мінімізує вплив людського фактору в процесі суддівства. Традиційно судді у спортивному орієнтуванні фіксують порушення, такі як пропуск контрольних пунктів або невірний порядок їх проходження. З автоматизованою системою ці дані фіксуються автоматично, що виключає суб'єктивність суддівських рішень. Наприклад, система може аналізувати дані з електронних чипів і миттєво повідомляти, якщо учасник пропустив контрольний пункт або не дотримався маршруту. Це не тільки підвищує об'єктивність, але й прискорює прийняття рішень.

3. Прозорість процесу змагань: прозорість є одним із найважливіших аспектів суддівства у спортивних змаганнях. Автоматизована система забезпечує доступ до даних у реальному часі, що дозволяє організаторам, учасникам та глядачам спостерігати за процесом змагань і переконатися в його справедливості. У спортивному орієнтуванні система може показувати в реальному часі інформацію про учасників, їхній прогрес на маршруті, результати проходження контрольних пунктів та загальні результати. Завдяки цьому усуваються підозри у приховуванні інформації чи упередженості. Крім того, система автоматично формує протоколи, які доступні для перегляду одразу після завершення змагань.

4. Економія часу та ресурсів: автоматизація процесу суддівства значно скорочує час, необхідний для обробки даних. У традиційному суддівстві суддям потрібно вручну збирати дані, перевіряти їх і підраховувати результати, що може займати години. З автоматизованою системою ці процеси виконуються за лічені секунди. Наприклад, після завершення маршруту результати кожного учасника автоматично додаються до бази даних, а система одразу обчислює підсумки та

формує протоколи. Це дозволяє організаторам швидко оголосити переможців, а судді можуть зосередитися на інших аспектах своєї роботи.

5. Зворотний зв'язок та аналітика: система автоматизації дозволяє проводити глибокий аналіз змагань. Організатори можуть отримати детальну статистику про час проходження кожного учасника, середню швидкість, кількість помилок тощо. Ці дані можуть бути використані для подальшого вдосконалення маршрутів, суддівських процедур і організації змагань. Крім того, учасники можуть отримати доступ до своїх даних, щоб проаналізувати свої результати, виявити слабкі сторони та покращити підготовку до наступних змагань. Це сприяє розвитку спорту в цілому.

6. Покращення довіри до результатів: у спортивному орієнтуванні нерідко виникають ситуації, коли учасники чи тренери ставлять під сумнів результати змагань через можливі помилки або суб'єктивні рішення суддів. Автоматизована система вирішує цю проблему, забезпечуючи об'єктивність та прозорість кожного етапу суддівства. Учасники можуть бути впевнені, що їхні результати базуються виключно на даних, зафіксованих системою, без жодного втручання з боку суддів.

Впровадження автоматизованої системи у спортивному орієнтуванні має значний позитивний вплив на якість та прозорість суддівства. Система забезпечує точність підрахунків, об'єктивність рішень, доступ до даних у реальному часі та довіру до результатів. Окрім цього, автоматизація економить час і ресурси, дозволяючи організаторам змагань зосередитись на інших важливих аспектах події. У підсумку, така система не тільки покращує організацію змагань, але й сприяє розвитку спортивного орієнтування як прозорого та сучасного виду спорту.

4.4. Рекомендації щодо впровадження та подальшого розвитку системи

Автоматизована система для обліку суддівської діяльності у спортивному орієнтуванні має великий потенціал для підвищення ефективності, точності та

прозорості змагань. Проте для забезпечення її успішного впровадження та подальшого розвитку необхідно врахувати низку важливих аспектів. У цьому пункті наведено рекомендації, які можуть допомогти організаторам, суддям та розробникам системи максимально реалізувати її можливості.

Перед початком широкого використання системи рекомендується провести поступове впровадження. Це дозволить уникнути можливих проблем і забезпечить ефективну адаптацію користувачів до нового інструменту.

Розглянемо основні етапи впровадження системи:

1. Пілотний запуск: рекомендується протестувати систему на невеликих локальних змаганнях з обмеженою кількістю учасників (наприклад, до 50 осіб). Це дозволить перевірити функціонал, виявити недоліки та отримати зворотний зв'язок від суддів і організаторів.

2. Навчання користувачів: перед впровадженням системи у повному масштабі необхідно організувати навчальні семінари або тренінги для суддів, організаторів і технічного персоналу. Користувачі повинні розуміти, як працює система, як вводити дані, використовувати інтерфейс і вирішувати можливі проблеми.

3. Інтеграція з існуючими системами: якщо в організації вже використовуються інші інформаційні системи (наприклад, бази даних учасників), нова система повинна бути сумісною з ними. Інтеграція дозволить уникнути дублювання даних і забезпечить безперервний обмін інформацією.

4. Оцінка результатів після впровадження: після впровадження системи необхідно провести аналіз її роботи. Важливо врахувати відгуки користувачів, оцінити точність, швидкість обробки даних і загальну ефективність.

Для забезпечення довгострокового успіху системи важливо не лише впровадити її, але й регулярно оновлювати, адаптувати до нових потреб і вдосконалювати. Ось кілька ключових напрямків для подальшого розвитку:

1. Розширення функціоналу: додати модулі для глибокого аналізу результатів змагань, зокрема для порівняння результатів учасників за різними періодами, визначення середнього часу проходження маршруту тощо.

Дозволити учасникам отримувати детальні звіти про їхній виступ, включаючи час проходження кожного контрольного пункту, помилки та рекомендації для покращення. Впровадити механізм обліку досвіду і продуктивності суддів, що сприятиме мотивації до підвищення кваліфікації.

2. Оптимізація роботи з базами даних: рекомендується удосконалити модуль управління базою даних, щоб забезпечити швидкий доступ до великого обсягу інформації. Наприклад, база даних має зберігати дані про учасників, маршрути, суддів і результати змагань, а також дозволяти легкий пошук і фільтрацію інформації.

3. Покращення інтерфейсу користувача: регулярно оновлювати інтерфейс, враховуючи відгуки суддів і організаторів. Інтерфейс має бути інтуїтивно зрозумілим, навіть для користувачів, які не мають досвіду роботи з подібними системами.

4. Підтримка багатомовності: для проведення міжнародних змагань необхідно забезпечити підтримку кількох мов в інтерфейсі системи, зокрема англійської, української та інших популярних мов.

5. Хмарні технології: перенести систему у хмару, що дозволить забезпечити доступ до неї з будь-якого місця і з різних пристроїв. Це особливо важливо для великих змагань, де різні суддівські команди працюють на віддалених ділянках маршруту.

6. Інтеграція з мобільними додатками: розробити мобільний додаток для учасників і суддів. Учасники зможуть отримувати свої результати, переглядати маршрути і рейтинги, а судді — вводити дані про порушення чи інші події безпосередньо на маршруті.

7. Регулярне оновлення програмного забезпечення: система повинна бути захищена від потенційних загроз і відповідати сучасним технологічним стандартам. Розробники мають регулярно випускати оновлення, які враховують нові вимоги до змагань та технічний прогрес.

8. Технічна підтримка: забезпечити доступ до технічної підтримки для організаторів і суддів. Це може бути гаряча лінія, електронна пошта або онлайн-чат для оперативного вирішення питань.

9. Резервне копіювання даних: важливо впровадити механізм регулярного резервного копіювання даних, щоб уникнути втрати інформації у разі технічних збоїв.

Отже, впровадження автоматизованої системи для суддівської діяльності у спортивному орієнтуванні відкриває нові можливості для підвищення точності, швидкості та прозорості змагань. Проте, для досягнення максимального ефекту важливо забезпечити поетапне впровадження, навчання користувачів та постійний розвиток системи. Розширення функціоналу, використання хмарних технологій і мобільних додатків дозволить не лише оптимізувати роботу системи, але й сприяти популяризації спортивного орієнтування на національному та міжнародному рівнях.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської роботи на тему "Система автоматизації та обліку суддівської практики і контролю спортивної діяльності у спортивному орієнтуванні" було вирішено низку завдань, які сприяють удосконаленню суддівської діяльності у спорті шляхом автоматизації ключових процесів.

Розроблена інформаційна система дозволяє автоматизувати облік суддівської практики, управління даними про учасників і маршрути, а також здійснювати швидкий та точний підрахунок результатів змагань. Застосування сучасних інформаційних технологій значно підвищило прозорість суддівства та ефективність організації спортивних заходів.

Основними результатами роботи проведено аналіз предметної області та визначено особливості автоматизації суддівської діяльності у спортивному орієнтуванні, розглянуто основні методи, алгоритми та технології, які доцільно використовувати для реалізації системи автоматизації, розроблено архітектуру інформаційної системи, яка складається з модулів для обліку даних, аналізу суддівської діяльності, автоматичного підрахунку результатів та формування звітності, спроектовано реляційну базу даних для зберігання інформації про суддів, учасників, маршрути та результати, створено інтерфейс користувача, адаптований для суддів і організаторів, що забезпечує простоту використання та ефективну взаємодію з системою, реалізовано функціонал для автоматичного підрахунку результатів, який інтегрується з електронними системами відстеження часу, такими як SportIdent, виконано тестування та налагодження системи, що забезпечило її стабільну роботу в реальних умовах.

Проведено експеримент із використанням системи під час реальних спортивних змагань, що дозволило оцінити її функціональність та практичну користь., а також здійснено аналіз зібраних даних, який підтвердив, що система значно скорочує час обробки результатів, знижує кількість помилок та підвищує прозорість суддівських рішень.

В результаті роботи також розроблено рекомендації щодо впровадження системи у практику спортивного суддівства, а також запропоновано напрямки її подальшого вдосконалення, такі як створення мобільного додатка, інтеграція штучного інтелекту та оптимізація для великих змагань.

Практична значущість роботи полягає у створенні дієвої інформаційної системи, яка забезпечує автоматизацію ключових процесів суддівської діяльності. Це сприяє підвищенню ефективності організації змагань, прозорості рішень та зручності для користувачів.

Таким чином, розроблена система не лише вирішує актуальні проблеми суддівської діяльності у спортивному орієнтуванні, але й відкриває можливості для її адаптації до інших видів спорту. Її впровадження сприятиме подальшій цифровізації спортивної індустрії, покращенню якості суддівства та популяризації спорту в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Джонсон Д. "Сучасні інформаційні системи у спорті: тенденції та перспективи". – Лондон: SportTech Publishing, 2021. – 304 с.
2. ISO 9241-210:2019 "Ergonomics of human-system interaction – Human-centred design for interactive systems".
3. Лисенко В.О. "Особливості організації змагань зі спортивного орієнтування". – Київ: НАН України, 2018. – 192 с.
4. Кривошеєв І.Г. "Методика оцінювання спортивних досягнень у спортивному орієнтуванні". – Харків: Основа, 2020. – 156 с.
5. Sommerville I. "Software Engineering". – 10th Edition. – Pearson, 2015. – 816 p.
6. Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J. "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software". – Addison-Wesley, 1994. – 395 p.
7. Воронов А.Ю. "Веб-технології у створенні сучасних інформаційних систем". – Одеса: Політехніка, 2019. – 210 с.
8. Elmasri R., Navathe S. "Fundamentals of Database Systems". – 7th Edition. – Pearson, 2016. – 1190 p.
9. MySQL Documentation. Офіційний сайт: <https://dev.mysql.com/doc>
10. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. "Introduction to Algorithms". – 4th Edition. – MIT Press, 2022. – 1292 p.
11. Patterson D., Hennessy J. "Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface". – 5th Edition. – Morgan Kaufmann, 2014. – 800 p.
12. Ніколаєв М.П. "Цифровізація спортивного суддівства: проблеми та перспективи". – Київ: Укрспортінформ, 2021. – 148 с.
13. FINA Handbook 2020-2024: Офіційні правила міжнародного спортивного суддівства. – FINA, 2020.
14. Creswell J.W., Creswell J.D. "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches". – 5th Edition. – SAGE Publications, 2018. – 304 p.
15. Бабіченко В.М. "Методика експериментальних досліджень в технічних науках". – Харків: ХАІ, 2017. – 256 с.

16. Nielsen J. "Usability Engineering". – Morgan Kaufmann, 1994. – 362 p.
17. Norman D. "The Design of Everyday Things". – Revised Edition. – Basic Books, 2013. – 368 p.
18. Припула С.М. "Інтерактивні системи: розробка інтерфейсів для користувачів". – Львів: ЛНУ, 2019. – 184 с.
19. Django Documentation. Офіційний сайт: <https://docs.djangoproject.com>
20. ReactJS Documentation. Офіційний сайт: <https://reactjs.org/docs>
21. Flask Documentation. Офіційний сайт: <https://flask.palletsprojects.com>
22. Myers G.J., Sandler C., Badgett T. "The Art of Software Testing". – 3rd Edition. – Wiley, 2011. – 256 p.
23. DLone W.H., McLean E.R. "The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update". – Journal of Management Information Systems, 2003.
24. Парфенов С.Г. "Ефективність інформаційних технологій у сучасних спортивних організаціях". – Київ: Університет спорту, 2020. – 204 с.