

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
з дисципліни «Основи наукових досліджень»

2017

Міністерство освіти і науки України

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
з дисципліни «Основи наукових досліджень»

Затверджено
методичною радою
університету
протокол № від

Харків
ХНАДУ
2017

Навчальне видання

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**
з дисципліни «Основи наукових досліджень»

Упорядники: СМОЛЯНЮК Роман Володимирович

Відповідальний за випуск Жданюк В.К.
В авторській редакції

Комп'ютерна верстка **М.В. Дурова**

План 2014, поз.

Підп. до друку Формат 60 x 84 1 / 16 Папір газетний.
Гарнітура Times New Roman Cyr. Віддруковано на різнографі.

Ум. друк. арк. Облік.- вид. арк.

Заказ № Тираж прим. Ціна договірна

ВИДАВНИЦТВО

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

**Видавництво ХНАДУ, 61002, Харків МСП, вул. Петровського, 25.
Тел./факс: (057)100-38-72, 707-37-03, e-mail: rio@khadi.kharkov.ua**

*Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики,
телебачення та радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції, серія ДК № 897 від 17.04.2002 р.*

Укладачі: Р.В. Смолянюк

Кафедра будівництва та експлуатації автомобільних доріг

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Введення в навчальний процес дисципліни «Основи наукових досліджень» є вимогою часу. Швидкий розвиток промислового виробництва в всьому світі, швидка зміна конструкцій, матеріалів, машин вимагає інтенсифікації наукових досліджень для забезпечення зростаючих вимог виробництва. Метою проведення практичних робіт з дисципліни є ознайомлення студентів з основними етапами наукового дослідження – від вибору теми дослідження, статистичної автоматизованої обробки отриманих даних до складання звіту про дослідження з врахуванням сучасних нормативних вимог.

За результатами вивчення першої частини дослідження, студенти складають звіт про НДРС. Для складання звіту студент повинен сформулювати тему дослідження та узгодити її з науковим керівником. Звіт повинен містити: результати проведеного інформаційного пошуку, результати пошукового експерименту, висновки щодо доцільності подальших досліджень за даним напрямком, перелік використаних джерел інформації.

Практичні заняття проводяться за наступним планом:

1. Знайомство з напрямками наукової роботи кафедр факультету (2 години).
2. Знайомство з напрямками наукової роботи кафедри і тематикою НДРС (2 години).
3. Правила роботи з літературою і проведення інформаційного пошуку (2 години).
4. Відсів факторів дослідження експертним методом
5. обробка результатів експерименту за допомогою пакету MS EXCEL 6
6. Знайомство з приладами для досліджень транспортно-експлуатаційних показників та властивостей матеріалів (2 години).
7. Правила оформлення звіту про НДРС (2 години).
8. Статистичний аналіз результатів досліджень (4 години).
9. Основи обробки експериментальних даних за допомогою програмного забезпечення «Excel» (2 години).

Практична робота 1

ЗНАЙОМСТВО З НАПРЯМКАМИ НАУКОВОЇ РОБОТИ КАФЕДР ФАКУЛЬТЕТУ

Мета роботи – ознайомлення з напрямками наукової роботи кафедр дорожньо-будівельного факультету, вибір напрямку подальшої роботи.

Вихідні дані

Кафедра будівництва та експлуатації автомобільних доріг виконує науково-дослідні, дослідно-конструкторські і проектно-технологічні роботи з актуальних питань будівництва та експлуатації автомобільних доріг:

1. Конструювання і розрахунок нежорстких і жорстких дорожніх одягів та штучних аеродромних покриттів.
2. Дослідження фізико-механічних властивостей ґрунтів, місцевих матеріалів і відходів промисловості з розробкою рекомендацій щодо їх використання в конструкціях дорожніх одягів.
3. Технологія та організація будівництва шарів дорожнього одягу з місцевих матеріалів, відходів і побічних продуктів промисловості.
4. Технологія будівництва шарів дорожнього одягу з жорстких укочуються сумішей і напівжорстких шарів дорожнього одягу.
5. Технологія будівництва дорожніх одягів при знижених і негативних температурах повітря.
6. Застосування синтетичних нетканих матеріалів при будівництві, ремонті та реконструкції автомобільних доріг.
7. Оцінка експлуатаційного стану автомобільних доріг та міських вулиць (з випробуванням міцності дорожнього одягу, вимірюванням показників рівності та зчипних якостей дорожніх покриттів) і розробка рекомендацій по їх ремонту. Розробка та виготовлення обладнання для визначення транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг.

8. Прогнозування і розробка методів попередження деформацій і руйнувань дорожніх одягів на стадії експлуатації автомобільних доріг.

9. Обґрунтування витрат на утримання і ремонт автомобільних доріг.

10. Екологічна експертиза ділянок автомобільних доріг, що знаходяться в експлуатації.

11. Розробка інтенсивних ресурсозберігаючих технологій ремонту дорожніх одягів в несприятливих погодних умовах на основі використання місцевих матеріалів і відходів промисловості.

12. Вдосконалення технології влаштування поверхневої обробки.

13. Технологія підсилення дорожніх покриттів, що виключає прояв відбитих тріщин.

14. Технологія регенерації асфальтобетонних покриттів шляхом просочення матеріалами, що містять масло, на основі відходів і побічних продуктів промисловості.

15. Розробка рекомендацій з терморегенерації дорожніх покриттів на основі органічних в'язучих матеріалів.

16. Розробка ефективних заходів щодо снігозахисних ділянок автомобільних доріг. Автоматизація розрахунку обсягів снігоприносу. Оптимізація схем розміщення снігозахисних споруд.

17. Розробка рекомендацій щодо зменшення агресивного впливу протиожеледних хлористих матеріалів на дорожні покриття.

18. Розробка рекомендацій з підвищення безпеки дорожнього руху засобами дорожньо-експлуатаційної служби.

19. Проведення експертних досліджень дорожніх умов на ділянках ДТП.

20. Розробка рекомендацій щодо поліпшення транспортно-експлуатаційного стану мережі доріг області, району чи міста при обмежених фінансових ресурсах на їх утримання і ремонт.

Кафедра вишукувань і проектування доріг виконує науково-дослідні роботи за наступними напрямками:

1. Обґрунтування критеріїв і показників ефективності системного проектування.

2. Прогнозування розрахункових характеристик автомобільних доріг.

3. Розробка методології системного проектування, конструювання автомобільних доріг і організації дорожнього руху.

4. Розробка методів оптимізації елементів автомобільних доріг по системним вимогам.

5. Розробка САПР АТ і організації дорожнього руху на основі системних вимог.

6. Системне проектування і конструювання дорожніх одягів.

7. Розробка системи моніторингу автомобільних доріг з використанням засобів неруйнівного контролю.

Кафедра екології виконує науково-дослідні роботи за наступними напрямками:

1. Розробка системи контролю за відповідністю якості палива прийнятим стандартам:

- визначення періодичності і системи оплати аналізу щодо складу палива власниками АЗС;

- призначення лабораторій, які проводять аналіз складу палива.

2. Розробка системи екологічного моніторингу за якістю атмосферного повітря:

- вибір репрезентативних ділянок автомагістралей для контролю якості повітря;

- створення або закупівля стаціонарних пунктів контролю якості повітря;

- дослідження вантажних і пасажирських потоків, які вносять найбільший внесок у забруднення повітря;

- розробка пропозицій щодо перенесення частини установ, організацій за межі центральної частини міста;

- розробка алгоритму вибору варіанта перерозподілу транспортних потоків, в залежності від поточної ситуації із забрудненням повітря;

- розробка основних принципів створення АСУ транспортними потоками (Екологічний аспект).

3. Розробка плану поетапного впровадження (установки) каталізаторного очищення вихлопних газів на автотранспортних засобах

- визначення категорій автотранспорту, які вимагають першочергової установки каталізатора;

- розгляд соціального аспекту установки каталізаторів;
- розробка системи знижок та дотацій при установці каталізатора для нужденних в цьому категорій громадян;

4. Моделювання транспортного забруднення за допомогою оптимізації ландшафтів придорожніх територій:

- вивчення вимог з боку служб комунального господарства, АПУ, автоінспекції до структурно-ландшафтним одиницям;

- розбивка територій на ландшафтні зони;
- розробка структури ландшафтних зон і складу деревно-чагарникової рослинності, яка найбільше активно асимілює забруднення атмосферного повітря;

- вирішення питання про збір і поховання листяного опаду, що нагромадив у собі значну кількість забруднюючих речовин.

5. Оцінка впливу зливових стічних вод з автомобільних доріг в межах міста на водні об'єкти:

- визначення ділянок автодоріг і водозбірних територій міста, з яких надходять сливу стічні води у водні об'єкти та їх натурне обстеження.

- виконання розрахунків обсягів скидання і мас забруднюючих речовин, які надходять із зливовими стічними водами у водні об'єкти з певних ділянок автомобільних доріг.

- оцінка забруднення водних об'єктів міста в районі надходження зливових стічних вод з автомобільних доріг.

6. Розробка обласної програми визначення потенційних рекреаційних територій та екологічно збалансованого використання природного потенціалу для потреб рекреації і подальшого використання в регіональних схемах формування екомережі:

- визначити рекреаційний потенціал області та визначити його ранги щодо пріоритетності освоєння територій;

- визначити порядок і етапність здійснення заходів з екологічно-збалансованого використання і благоустрою рекреаційних територій;

- встановити оптимальне з екологічної точки зору рекреаційне навантаження на території;

- визначити приналежність рекреаційних територій до структурних елементів регіональної екомережі.

7. Дослідження можливості застосування сумішей вугілля - зношені автопокришки в якості палива.

- визначити теплотворну здатність зношених автопокришок і їх різноманітних сумішей з вугіллям;

- визначити вміст в шині екологічно небезпечних речовин, які можуть потрапляти у повітря при спалюванні автопокришок;

- встановити оптимальні з екологічної точки зору температурні режими спалювання автопокришок;

- розробити оптимальні з екологічної точки зору співвідношення вугілля та зношених автопокришок в суміші, яка буде запропонована в якості палива;

- визначити оптимальні засоби використання таких сумішей в якості палива.

8. Розробити заходи з оптимізації придорожного ландшафту головних автомагістралей з метою охорони атмосферного повітря і створення психологічного та естетичного комфорту для населення і водіїв:

- оцінити транспортне навантаження та кількісні характеристики викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин з вихлопними газами;

- визначити існуючу ландшафтну атрактивність і здатність до уловлювання і розсіювання забруднюючих речовин існуючими зеленими насадженнями;

- встановити оптимальне, з екологічної точки зору, співвідношення відкритих і закритих зеленими насадженнями територій;

- визначити типові набори дерев, чагарників різних порід і габітусу (типові ландшафтні групи) для відтворення естетичності ландшафту і поліпшення уловлювання, а також розсіювання забруднюючих речовин;

- розробити схему розміщення типових ландшафтних груп на придорожніх територіях головних автомагістралей.

9. Розробка заходів з охорони навколишнього середовища для перспективних рекреаційних зон з метою відпочинку населення та рибальства:

- оцінити якість навколишнього середовища рекреаційної території;
- встановити оптимальне, з екологічної точки зору, рекреаційне навантаження на територію;
- розробити комплекс природоохоронних заходів та заходи щодо забезпечення рибальства;
- визначити порядок і етапність здійснення заходів з екологічно-збалансованого використання і благоустрою рекреаційних територій.

10. Розробка заходів, які дозволять покращити склад стічних вод, з доведенням їх до встановленим нормативам У комплекс робіт входить:

- дослідницька діяльність в області очищення стічних вод;
- розробка технологій;
- розробка конструкторської документації на нестандартне обладнання;
- розробка проектної документації;
- розробка технологічних регламентів на проєктовані очисні споруди;
- виготовлення нестандартного обладнання;
- комплектація та постачання;
- виконання будівельно-монтажних робіт;
- КВП;
- здійснення шефа-монтажу (у випадку, якщо Замовник на підставі розробленої нами документації здійснює будівельно-монтажні роботи своїми силами).
- проведення екологічного аудиту підприємства;
- розробка паспортів водного господарства, ОВНС, ПДС.

Кафедра мостів, конструкцій та будівельної механіки виконує науково-дослідні роботи за наступними напрямками:

- розробка сучасних конструктивних рішень при проєктуванні та реконструкції мостів;
- вдосконалення методів розрахунку прольотних будов та опор автодорожніх мостів;
- розробка теорії і методів розрахунку сталобетонних конструкцій на силові та температурні впливи з оптимізацією перерізів;

- напружено-деформівний стан сталобетонних колон прямокутного і іншого виду перерізів з урахуванням трьохосового напруженого стану бетону, та особливостей контакту між бетоном та сталлю, засоби передачі повздовжнього навантаження;

- напружено-деформівний граничний стан сталобетонних плит з урахуванням анізотропних властивостей тріщино утворення та нелінійності деформування бетону;

- розробка технологій ремонту конструкцій мостів із застосуванням полімерних бетонів для відновлення бетонних конструкцій прольотних будов та опор;

- розробка технологій використання сучасних бітумно-полімерних матеріалів для гідроізоляції і проїзної частини;

- обстеження мостів, шляхопроводів та промислових споруд з метою виявлення дефектів та їх впливу на несучу здатність;

- вибір маршруту по існуючим мостам наднормативних вантажів вагою до 200 т;

- паспортизація мостів та шляхопроводів;

- визначення несучої здатності існуючих мостів та розробка рекомендацій по реконструкції, обмеженню швидкості і вантажопідйомності, черговості ремонту споруд;

- вирішення проблеми оцінки вогнестійкості сталобетонних конструкцій: запропонована нова математична модель, яка описує поле температур в твердій, рідкій та газообразній фазах бетону і яка дозволяє зв'язати параметри задачі з мікроструктурою середовища.

Кафедра технології дорожньо-будівельних матеріалів виконує науково-дослідні роботи за наступними напрямками:

- структуроутворення, технологія, властивості і довговічність дорожніх цементо- та асфальтобетонів;

- адгезійно-когезійні та реологічні властивості в'язучих;

- деформування та руйнування органічних в'язучих та бетонів на їх основі;

- бітуми, модифіковані полімерами асфальтополімербетони та кольорові асфальтобетони;

- розробка державних стандартів на дорожньо-будівельні матеріали;

- некондиційні матеріали та побічні продукти промисловості в технології цементобетонну;
- розробка показників якості дорожньо-будівельних матеріалів та приладів для їх визначення.

Порядок виконання

1. Ознайомитись з пріоритетними напрямками наукової діяльності кафедр.
2. Визначитися з напрямком майбутньої наукової діяльності.
3. Подати в письмовому вигляді до деканату пропозиції щодо розподілу на кафедрі.
4. За результатами розподілу між кафедрами та керівниками науко-дослідної роботи визначитися з пріоритетним напрямком майбутньої наукової діяльності.

Запитання для самоперевірки

1. Пріоритетні напрямки наукової діяльності кафедр дорожньо-будівельного факультету ХНАДУ?
2. Які кафедри приймають участь у керівництві НДРС?
3. Хто з працівників кафедри виконує керівництво НДРС?
4. Які основні наукові напрямки обраної вами кафедри?

Практична робота 2

ЗНАЙОМСТВО З НАПРЯМКАМИ НАУКОВОЇ РОБОТИ КАФЕДРИ І ТЕМАТИКОЮ НДРС

Мета роботи – детальне ознайомлення з напрямками наукової роботи кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, вибір теми наукового дослідження.

Вихідні дані

У науково-дослідних розробках розрізняють: наукові напрями, проблеми і теми.

Науковий напрямок – сфера наукових досліджень наукового колективу, присвячених вирішенню будь-яких фундаментальних теоретичних або експериментальних завдань у певній галузі науки.

Складовими наукового напрямку є проблеми, теми і питання.

Проблема – складна наукову задача, що охоплює значну область досліджень і має перспективне значення.

Рішення проблем ставить загальне завдання – зробити відкриття; вирішити комплекс завдань, що забезпечують високу продуктивність дорожньо-будівельної техніки і т. д.

Проблема складається з ряду тем. Тема – це наукова задача, що охоплює певну область наукового дослідження, і що може бути виділена окремо. Тема базується на ряді дослідних (наукових) питань.

Наукові питання – більш дрібні наукові завдання, пов'язані з конкретною областю наукового дослідження. Результати вирішення цих завдань мають не тільки теоретичне, але, головним чином, і практичне значення, оскільки можна порівняно точно встановити очікуваний економічний ефект. Досить часто вирішення наукового питання знаходиться за результатами проведеного експерименту або серії експериментів.

При розробці теми або питання висувається конкретне завдання в дослідженні – розробити нову конструкцію, прогресивну технологію, нову методику і т. д.

Вибору тем передують ретельне ознайомлення з вітчизняними і зарубіжними джерелами даної і суміжної спеціальності.

Постановка (вибір) проблеми є важким, відповідальним завданням, що включає в себе ряд етапів.

Перший етап – формулювання проблем. На основі аналізу протиріч досліджуваного напрямку формулюють основне питання – проблему – і визначають в загальних рисах очікуваний результат.

Другий етап включає в себе розробку структури проблеми. Виділяють теми, підтеми, окремі питання (розділяють проблему на більш дрібні компоненти, які найчастіше можна вирішувати окремо). По кожній темі виявляють орієнтовну область дослідження.

На третьому етапі встановлюють актуальність проблеми, тобто цінність її на даному етапі для науки і техніки. Для цього по кожній

темі виставляють кілька заперечень і на основі аналізу, методом дослідницького наближення, виключають заперечення на користь реальності даної теми. Після такої «чистки» остаточно складають структуру проблеми і позначають умовним кодом теми, під-теми, питання. При виборі важливо вміти відрізнити псевдопроблеми від наукових проблем. Псевдопроблеми (помилкові, уявні), яку б не мали зовнішню форму, в основі своїй мають антинауковий характер.

При обґрунтуванні проблем їх колективно обговорюють на засіданнях вчених рад, кафедр у вигляді публічного захисту, на якій виступають опоненти, і приймають остаточне рішення.

Після обґрунтування проблеми і встановлення її структури науковий працівник (або колектив), як правило, самостійно приступає до вибору теми наукового дослідження. На думку деяких вчених, вибрати тему часто більш складно, ніж провести саме дослідження. До теми пред'являють ряд вимог. Тема повинна бути актуальною, тобто важливою, що вимагає вирішення в даний час. Це вимога одна з основних. Критерію для встановлення ступеня актуальності поки немає. Так, при порівнянні двох тем теоретичних досліджень ступінь актуальності може оцінити досвідчений вчений даної галузі, науковий колектив або представник від виробництва. При оцінці актуальності прикладних наукових розробок помилки не виникають, якщо більш актуальною виявиться та тема, яка забезпечить більший економічний ефект.

Тема повинна вирішувати нову наукову задачу. Це означає, що тема в такій постановці ніколи не розроблялася і в даний час не розробляється, тобто дублювання виключається. Дублювання можливе тільки в тому випадку, коли за завданням керівних організацій однакові теми розробляють два конкуруючі колективу з метою вирішення найважливіших державних проблем в найкоротші терміни. Таким чином, виправдане дублювання тем (розробок) іноді може бути однією з вимог.

Грань між науковими та інженерними дослідженнями з кожним роком все більше стирається. Однак при виборі тем наукових досліджень новизна повинна бути не інженерною, а науковою, тобто принципово новою. Якщо розробляється нехай навіть нове завдання, але на основі вже відкритого закону (закономірності), то це область інженерно-економічних, не наукових розробок. Тому необ-

хідно відрізнити наукове завдання від інженерно-економічного. Все те, що вже відомо, не може бути предметом наукового дослідження.

Тема повинна бути економічно ефективною і повинна мати значимість. Будь-яка тема прикладних досліджень повинна давати економічний ефект в народному господарстві. Це одне з найважливіших вимог. На стадії вибору теми дослідження очікуваний економічний ефект може бути визначений, як правило, орієнтовно. Іноді економічний ефект на початковій стадії встановити взагалі не можна. У таких випадках для орієнтовної оцінки ефективності можна використати аналоги (близькі за назвою і розробці теми).

При виконанні теоретичних досліджень вимога економічності може поступатися вимозі значущості. Значимість, як головний критерій теми, має місце при розробці досліджень, що визначають престиж вітчизняної науки або складових фундамент для прикладних досліджень, або спрямованих на вдосконалення суспільних і виробничих відносин і ін.

Тема повинна відповідати профілю наукового колективу. Кожен науковий колектив за сформованими традиціями має свій профіль, кваліфікацію, компетентність. Така спеціалізація, що сприяє накопиченню досвіду досліджень, дає свої позитивні результати, підвищується теоретичний рівень розробок, якість і економічну ефективність, скорочується термін виконання дослідження. Однак не можна впадати в крайність, застосовуючи цей принцип. Якщо допускати монополію в науці, то виключається змагання ідей. Це може знизити ефективність наукових досліджень.

Замовнику буде надаватися наукова продукція, яка не завжди може відображати найкращі показники.

Виконуючи тривалий час роботу по вузькоспеціалізованій тематики з усталеною методикою, деякі науковці втрачають до неї інтерес. Тому в колективі може бути кілька (до 10 %) непрофільних тем, що не відрізняються різко від основної тематики колективу. Це може викликати ентузіазм, ініціативу і приплив творчих сил в колективі. Важливою характеристикою теми є її здійсненність або впровадження. При розробці теми слід оцінити можливість її закінчення в плановий термін і впровадження в виробничих умовах замовника. Якщо це не можна здійснити взагалі або здійснити в терміни, які не

влаштовують замовника, то така тема є непридатною, неефективною. Неможна свідомо планувати такі теми.

Обґрунтовуючи тему, науковий працівник повинен добре знати виробництво і його запити на даному етапі. Для цього необхідно організувати відрядження у великі виробничі об'єднання, управління, підприємства, що займаються впровадженням. Велике значення має відвідування галузевих і академічних інститутів, кафедр споріднених вузів. Особливу роль набувають бесіди з провідними науковцями, великими фахівцями-виробничниками. Істотно спрощується методика вибору тем в науковому колективі, що має наукові традиції (свій профіль) і комплексну проблему, що розробляється. У таких колективах наукові дослідження виконують не одинаки, а групи, які спеціалізуються на розробці тем або питань. Тут працівник-початківець, як правило, отримує тему, яка була обґрунтована раніше. Ймовірність отримати не актуальну, не нову або не ефективну тему виключена. При колективній розробці наукових досліджень велику роль набувають критика, дискусія, обговорення проблем і тем. В процесі дискусії виявляються нові, ще не вирішені актуальні завдання різного ступеня важливості, обсягу, термінів розробки. Все це створює сприятливі умови для участі студентів у науково-дослідній роботі.

Після ознайомлення з темою науковий працівник робить доповідь керівнику та колективу, в якому обґрунтовує постановку питання і його стан на момент отримання теми. Ефективно на цьому етапі підготувати 1-2 реферати, провести пошуковий експеримент, консультації з працівниками НДІ і виробництва. Це дозволить ширше і глибше представити науково-дослідну тему.

Велике значення для вибору тематики має чітке формулювання загальних завдань замовником (міністерством, відомством і пр.).

Науковий керівник колективу повинен з великою увагою поставитися до пропозицій співробітників, які можуть виставити ряд тем і питань. Перед остаточним рішенням доцільно організувати широку дискусію. При складанні загальної програми досліджень необхідно мати на увазі, що в процесі наукових розробок можливі деякі зміни в тематиці. Певна роль в цьому належить замовнику, який залежно від складної виробничої обстановки вносить корективи, висуваючи на перше місце першочергові теми.

Важливе значення при розробці загальної програми дослідження має виділення довгострокових і короткострокових досліджень, фундаментальних і прикладних. Співвідношення між ними залежить від багатьох факторів – вимог замовника, наукового потенціалу колективу, наявності сучасного експериментального обладнання, наукового зацікавлення колективу і його працездатності і т. д.

Наведені вище вимоги (критерії), які пред'являються до вибору тем, дозволяють всебічно оцінити і встановити придатність їх для даної науково-дослідної організації.

Порядок виконання

1. Ознайомитись з пріоритетними науковими напрямками у діяльності кафедри.

2. Визначитися з науковими проблемами, що вирішуються кафедрою, і конкретно, керівником НДРС.

3. В рамках наукових проблем, що вирішуються керівником в згідно наукового напрямку кафедри визначити наукову тему майбутнього дослідження.

Приклади тем НДРС.

Розділ «Експлуатація автомобільних доріг»

- Бітумополімерні мастики для ремонту тріщин в асфальтобетонних покриттях.
- Ефективні суміші тривалого зберігання для ямкового ремонту доріг.
- Регулювання водно-теплого режиму земляного полотна технологічними засобами.
- Розділ «Технологія та організація будівництва автомобільних доріг»
- Технологія холодної регенерації асфальтобетонного покриття з використанням комбінованого в'язучого.
- Сучасні способи реконструкції дорожнього одягу.
- Армування асфальтобетонних покриттів базальтовими матеріалами.
- Вибір ущільнюючих машин при оптимізації будівництва асфальтобетонних покриттів.

- Нові технології будівництва основ з чорного щебеню.
- Технології влаштування сучасних гідроізоляцій водопропускних труб.

4. Подати пропоновану тему наукового дослідження в письмовому вигляді відповідальній особі кафедри для подальшого затвердження завідувачем кафедри.

5. В разі затвердження теми формулюються окремі наукові питання, що формують дану тему, складається план наукового дослідження.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке науковий напрям?
2. Як відрізнити наукову проблему від наукового питання?
3. Пріоритетні наукові напрями кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг?
4. Що таке «псевдопроблема»?
5. Як визначити актуальність майбутньої розробки?

Практична робота 3

ПРАВИЛА РОБОТИ З ДЖЕРЕЛАМИ ІНФОРМАЦІЇ І ПРОВЕДЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ

Мета роботи – ознайомлення з можливими джерелами інформації для проведення інформаційного пошуку щодо теми наукового дослідження, вибір та систематизація джерел інформації.

Вихідні дані

Джерела інформації

Під джерелом інформації розуміється документ, що містить будь-які відомості. До документів відносять різного роду видання, які є основним джерелом наукової інформації.

Видання – це документ, призначений для розповсюдження інформації, що в ньому міститься, який пройшов редакційно-видавничку обробку, отриманий друкуванням або тисненням, поліграфічно самостійно оформлений, має вихідні відомості.

Джерелами наукової інформації служать неопубліковані документи: дисертації, депоновані рукописи, звіти про науково-дослідні роботи і дослідно-конструкторські розробки, наукові переклади, оглядово-аналітичні матеріали. На відміну від видань ці документи не розраховані на широке і багаторазове використання, знаходяться у вигляді рукописів або тиражуються в невеликій кількості примірників засобами машинопису або ЕОМ.

Все документальні джерела наукової інформації діляться на первинні та вторинні. Первинні документи містять вихідну інформацію, безпосередні результати наукових досліджень (монографії, збірники наукових праць, автореферати дисертацій і т. д.), а вторинні документи є результатом аналітичної та логічної переробки первинних документів з (правочні, інформаційні, бібліографічні та інші тому подібні видання).

Видання класифікують за різними принципами:

- за цільовим призначенням (офіційне, наукове, навчальне, довідкове та ін.);
- за ступенем аналітико-синтетичної переробки інформації (інформаційне, бібліографічне, реферативний, оглядовий);
- по матеріальній конструкції (книжкове, журнальне, листове, газетне і т.д.);
- за знаковою природою інформації (текстове, нотне, картографічне, ізовидання);
- за обсягом (книга, брошура, листівка);
- За періодичністю (неперіодичне, серія, періодичне, що випускається);
- за складом основного тексту (моно видання, збірка);
- за структурою (серія, однотомне, багатотомне, збори творів, вибрані твори).

Для наукових досліджень найбільший інтерес представляють видання, з яких може бути почерпнута необхідна для науково-дослідної роботи інформація. Це наукові, навчальні, довідкові та інформаційні видання.

Види наукових видань. Науковим вважається видання, що містить результати теоретичних і (чи) експериментальних досліджень, а також науково підготовлені до публікації пам'ятники культури та історичні документи. Наукові видання діляться на такі види: монографія, автореферат дисертації, препринт, збірник наукових праць, матеріали наукової конференції, тези доповідей наукової конференції, науково-популярні видання.

Монографія – наукове чи науково-популярне книжкове видання, що містить повне і всебічне дослідження однієї проблеми або теми і належить одному або кільком авторам.

Автореферат дисертації – наукове видання у вигляді брошури, що містить складений автором реферат проведеного ним дослідження, репрезентованої на здобуття наукового ступеня.

Препринт – наукове видання, що містить матеріали попереднього характеру, опубліковані до виходу у світ видання, в якому вони можуть бути поміщені.

Збірник наукових праць – збірник, який містить дослідницькі матеріали наукових установ, навчальних закладів або товариств.

Матеріали наукової конференції – науковий неперіодичний збірник, який містить підсумки наукової конференції (програми, доповіді, рекомендації, рішення).

Тези доповідей (повідомлень) наукової конференції – науковий неперіодичний збірник, який містить опубліковані до початку конференції матеріали попереднього характеру (анотації, реферати доповідей і повідомлень).

Науково-популярне видання – видання, що містить відомості про теоретичні та експериментальні дослідження в галузі науки, культури і техніки, викладені у формі, доступній читачеві-неспеціалісту.

Види навчальних видань.

Навчальне видання – це видання, що містить систематизовані відомості наукового чи прикладного характеру, викладені у формі, зручній для викладання та вивчення, і розраховане на учнів різного віку і рівня навчання. Види навчальних видань: підручник, навчальний посібник, навчально-методичний посібник та ін.

Підручник – навчальне видання, що містить систематичне викладення навчальної дисципліни (її розділу, частини), відповідне навчальній програмі та офіційно затверджене як таке.

Навчальний посібник – навчальне видання, яке доповнює або частково (повністю) замінює підручник, офіційно затверджене уповноваженим органом.

Навчально-методичний посібник – навчальне видання, що містить як виклад дисципліни, так і методичні матеріали до проведення практичних і самостійних індивідуальних робіт, матеріали по методиці викладання навчальної дисципліни (її розділу, частини) або по методиці виховання.

Довідково-інформаційні видання.

Довідкове видання – видання, що містить короткі відомості наукового або прикладного характеру, розташовані в порядку, зручному для їх швидкого відшукання, не призначене для суцільного читання. Це – словники, енциклопедії, довідники спеціаліста та ін

Інформаційне видання – видання, що містить систематизовані відомості про документи (опублікованих, неопублікованих, що не підлягають публікації) або результат аналізу і узагальнення відомостей, представлених в першоджерелах, що випускається організацією, яка здійснює науково-інформаційну діяльність, у тому числі органами науково-технічної інформації. Ці видання можуть бути: бібліографічними, реферативними, оглядовими.

Бібліографічний видання – це інформаційне видання, що містить упорядковану сукупність бібліографічних записів (описів).

Реферативне видання – це інформаційне видання, що містить упорядковану сукупність бібліографічних записів, що включають реферати. До них відносяться реферативні журнали, реферативні збірники, інформаційні листки та експрес-інформація.

Оглядовий видання – це інформаційне видання, що містить публікацію одного або декількох оглядів, що включають результати аналізу та узагальнення представлених в джерелах відомостей.

Видання можуть бути неперіодичними, періодичними і триваючими.

Неперіодичне видання виходить одноразово, і його продовження заздалегідь не передбачено. Це книги, брошури, листівки. Книга – книжкове видання обсягом понад 48 сторінок. Брошура –

книжкове видання обсягом понад чотирьох, але не більше 48 сторінок. Текстова листова видання обсягом від однієї до чотирьох сторінок називається листівкою.

Періодичні видання виходять через певні проміжки часу, постійним для кожного року числом номерів (випусків), не повторюваними за змістом, однотипно оформленими, нумерованими і (або) датованими випусками, що мають однаковий заголовок. Це газети, журнали, бюлетені, вісники.

Газета – періодичне газетне видання, що виходить через короткі проміжки часу, містить офіційні документи, оперативну інформацію і статті з актуальних суспільно-політичним, науковим, виробничим і іншим питанням, а також літературні твори і рекламу.

Журнал – це періодичне текстова видання, що містить статті або реферати по різних суспільно-політичним, науковим, виробничим та інших питань, літературно-мистецькі твори, що мають постійну рубрикацію, офіційно затверджене як таке.

Бюлетені та вісники можуть бути періодичними або триваючими виданнями.

Триваючі видання виходять через невизначені проміжки часу, у міру накопичення матеріалу, не повторюються за змістом, однотипно оформленими і (або) датованими випусками, що мають загальну назву.

Бюлетень (вісник) – це періодичне або триваюче видання, що випускається оперативно, що містить короткі офіційні матеріали з питань, що входять в коло ведення випускає його організації.

Також в якості джерел інформації можуть виступати: кінофільми, магнітні та оптичні диски з різними матеріалами та т.і.

Окремо слід зазначити Інтернет-ресурси, як найбільш важливе та найбільш оперативне джерело інформації.

Пошук інформації в мережі Інтернет може виконуватися за 2 основними напрямками: на спеціалізованих ресурсах і за допомогою універсальних пошукових систем.

Спеціалізовані ресурси:

Державне агентство автомобільних доріг України –

<http://www.ukravtodor.gov.ua>;

Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна –

<http://www.dorndi.org.ua>;

Національний транспортний університет –

<http://www.ntu.edu.ua>.

Універсальні пошукові системи:

Пошукова система інформації о наукових дослідженнях Scirus

– <http://www.scirus.com/srsapp/>;

Універсальний пошуковий сервер Google –

<http://www.google.com>;

Універсальний пошуковий сервер Yahoo –

<http://www.yahoo.com>;

Електронні версії наукових і технічних журналів –

<http://www.sciencedirect.com>;

Вікіпедія – вільна енциклопедія –

<http://ru.wikipedia.org>;

Веда – електронна бібліотека -

<http://www.lib.ua-ru.net>.

Бібліотечні класифікації видань

Бібліотечно-бібліографічна класифікація (ББК) – бібліотечна класифікація документів, заснована на системі таблиць ідентифікаторів.

Основна таблиця класифікації визначає області знань, до яких можна віднести ті, або інші видання і побудована за ієрархічним принципом, основні розділи включають загальне і міждисциплінарне знання, природничі, прикладні, суспільні та гуманітарні науки, а також література універсального змісту.

Додаткові таблиці визначають територіальні та інші спеціальні типові ділення.

Методологічна основа класифікації – ділення по видах наук і явищах дійсності, на принципі їх субординації і розвитку.

Основні розділи представлені двома системами нумерації: для масових бібліотек використовуються цифри, перший і другий ряди класифікації, для наукових, один ряд букв.

Таблиця 3.1 – Основна таблиця класифікації ББК

загальна	наукова	область
1	А	Загальнонаукове та міждисциплінарне знання
2	Б	Природничі науки
22	В	Фізико-математичні науки
24	Г	Хімічні науки
26	Д	Науки про Землю (геодезичні, геофізичні, геологічні та географічні науки)
28	Е	Біологічні науки
3	Ж	Техніка. Технічні науки
31...32	З	Енергетика. Радіоелектроніка
33	И	Гірничі справи
34	К	Технологія металів. Машинобудування. Приладобудування
35...36	Л	Хімічна технологія. Хімічні та харчові виробництва
37	М	Технологія деревини, легкої промисловості, поліграфія, фотокінотехніка
38	Н	Будівництво
39	О	Транспорт
4	П	Сільське і лісове господарство. Сільськогосподарські та лісогосподарські науки
5	Р	Охорона здоров'я. Медичні науки
6	С	Суспільні науки в цілому
63	Т	Історія. Історичні науки
65	У	Економіка. Економічні науки
66	Ф	Політика. Політичні науки
67	Х	Держава і право. Юридичні науки
68	Ц	Військова справа. Військова наука
70...79	Ч	Культура. Наука. Освіта
80...84	Ш	Філологічні науки. Художня література
85	Щ	Мистецтво
86	Э	Релігія. Містика. Вільнодумство
87...88	Ю	Філософія. Психологія
9	Я	Література універсального змісту

Універсальна десяткова класифікація (УДК) — бібліотечна класифікація документів, широко використовується у всьому світі для систематизації творів науки, літератури і мистецтва, періодичного друку, різних видів документів і організації картотек.

Розроблена Міжнародним бібліографічним інститутом у 1895-1905 рр. на основі «Десяткової класифікації» американського бібліотекаря Дьюї.

Універсальна десяткова класифікація (УДК):

- 0 Загальний відділ,
- 1 Філософія. Психологія,
- 2 Релігія. Теологія,
- 3 Суспільні науки,
- 4 (вільний),
- 5 Математика. Природничі науки,
- 6 Прикладні науки. Медицина. Техніка. Сільське господарство,
- 7 Мистецтво. Архітектура. Ігри. Спорт,
- 8 Мова. Мовознавство. Художня література. Літературознавство,
- 9 Географія. Біографії. Історія.

Нижче наведений фрагмент основної таблиці УДК, що стосується питань дорожнього будівництва.

Таблиця 3.2 – Фрагмент основної таблиці УДК

<p>* 6 Прикладні науки. Медицина. Техніка. Сільське господарство</p> <ul style="list-style-type: none">- 62 Машинобудування. Техніка в цілому<ul style="list-style-type: none">+ 620 Випробування матеріалів. Матеріали промислового значення. Електростанції. Енергозбереження+ 621 Загальне машинобудування. Ядерна техніка. Електротехніка. Машинобудування в цілому+ 622 Гірнична справа+ 624 Будівництво інженерних споруд та будівельні конструкції в цілому+ 625 Шляхове будівництво. Будівництво залізниць. Будівництво автомобільних доріг+ 628 Санітарна техніка. Водопостачання. Водопровід і каналізація. Освітлювальна техніка
--

+ 629 Транспорт
- 69 Будівельна промисловість. Будівельні матеріали. Будівельно-монтажні роботи
+ 691 Будівельні матеріали та компоненти
+ 692 Конструктивна частина та елементи будов
+ 693 Кам'яна або цегляна кладка та пов'язані з нею будівельні роботи
+ 694 Дерев'яні конструкції. Деревообробне виробництво. Столярні роботи
+ 696 Санітарно-технічне, газове, парове, електричне обладнання будівель та його монтаж
+ 697 Обігрівання, вентиляція та кондиціонування повітря в будовах
+ 698 Оздоблювальні та декоративні роботи
+ 699.8 Захисні засоби всередині та зовні будинків. Протипожежні заходи

ISBN (з англ. International Standard Book Number) – міжнародний стандартний номер книги) універсальний ідентифікаційний номер, що присвоюється книзі або брошурі з метою їх класифікації. ISBN призначений для ідентифікації окремих книг або різних видань та є унікальним для кожного видання книги крім репринтного. ISBN був створений в 1966 в Великобританії та з 1970 року був прийнятий як міжнародний стандарт ISO 2108.

Починаючи з 1 січня 2007 року ISBN складається з 13 цифр.

Міжнародний стандартний номер книги складається з аббревіатури ISBN, яка записується латинськими літерами незалежно від мови видання книги, та номера довжиною 10 або 13 цифр.

Мета впровадження 13-значних номерів нового формату, це збільшення ємності системи ISBN та використання штрихкодів для ідентифікації видань. Для цього до 10-значного номера ISBN попереду додається префікс 978 або 979 та виконується відповідне перерахування контрольної цифри.

Десятизначний номер поділяється на чотири частини (відповідно 13-значний поділяється на п'ять) змінної довжини, котрі відокремлюються одна від іншої дефісом. Кожна частина має такі значення:

Ідентифікатор мовної групи або країни. Встановлюється Міжнародним агентством ISBN. Кількість цифр залежить від річного обсягу книжкової продукції відповідної групи. Наприклад, для англomовних країн ідентифікатор групи дорівнює 0 або 1, для СРСР та країн СНД присвоєно ідентифікатор 5. Україна, крім ідентифікатора групи СНД, також має свій окремий ідентифікатор 966. Більш розширена інформація наведена в повному переліку.

Ідентифікатор видавництва. Цей ідентифікатор призначається національним агентством ISBN країни для кожного видавництва. Офіційним представництвом міжнародного агентства ISBN в Україні, що може розподіляти номери ISBN та назначати ідентифікатори для українських видавництв, є Книжкова палата України імені Івана Федорова. Видавництвам, що мають найбільший обсяг книжкової продукції видаються ідентифікатори з найменшою кількістю знаків та навпаки – малим видавництвам призначаються великі ідентифікатори довжиною до семи знаків.

Ідентифікатор книги. Це порядковий номер, який видавництво назначає для своїх книг. Кількість цифр цього ідентифікатора залежить від кількості цифр ідентифікатора видавництва: чим більше останній, тим меншій кількості книг видавництво може присвоїти номер ISBN.

Контрольна цифра. Остання цифра (або літера X, що позначає число 10) в номері ISBN, що дозволяє перевірити його правильність. Номер ISBN вважається правильним, якщо сума добутків дев'яти цифр номера з ваговими коефіцієнтами від 10 до 2 та контрольної цифри ділиться на 11 без залишку.



Рисунок 3.1 – Приклад розшифровки номеру ISBN

Порядок виконання

1. За обраною темою дослідження скласти шифр УДК.
2. Визначити орієнтовний перелік шифрів УДК, за якими можуть бути розміщені матеріали за темою дослідження.
3. Виконати пошук джерел інформації за темою і навести по 10-15 джерел за наступними типами: статті із збірників наукових праць, електронні джерела, періодичні видання.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке «видання»?
2. Класифікація «видань»?
3. Наведіть приклади наукових видань?
4. Як можна виконувати пошук інформації?
5. Бібліотечно-бібліографічна класифікація?
6. Що таке УДК?
7. Чим відрізняється ISBN від УДК?

Практична робота 4

ВІДСІВ ФАКТОРІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРТНИМ МЕТОДОМ

Мета роботи – визначити фактори для виконання експерименту та здійснити їх відсів експертним методом.

Вихідні дані

Для активізації роботи студентам рекомендується вихідні дані створити самим. Для цього пропонують тему для пошуку головних факторів: назвати фактори, які визначають міцність цементогрунтів в основах дорожнього одягу.

Порядок виконання

1. Академічна група розбивається на кілька підгруп, кожній з них призначається номер експерта (виділяється 5 підгруп).

2. Експерти називають фактори, які найбільше впливають на розглянуту конструкцію і ранжують їх.

Припустимо такими факторами є:

норма витрати цементу – x_1 ;

щільність цементогрунту – x_2 ;

різновид ґрунту – x_3 ;

температура повітря – x_4 .

Якщо вплив кількох факторів експерт вважає рівнозначним, то їх ранги виражають дробовим числом.

3. Отримані результати вносяться в матрицю рангів (табл. 4.1).

Для випадку співпадіння вагомості факторів їх ранги виражають дробовим числом.

Таблиця 4.1 – Матриця рангів

Експерти	Фактори			
	x_1	x_2	x_3	x_4
Перший	4	3	2	1
Другий	4	2	3	1
Третій	3	4	1	2
Четвертий	3	4	2	1
П'ятий	3	2	4	1
Сума рангів, ρ_i	17	15	12	6
Відхилення суми рангів від середнього, d	4,5	2,5	-0,5	-6,5
Квадрати відхилення, d^2	20,2	6,2	0,2	42,2

4. Обчислюється сума рангів для кожного фактора.

5. Визначається середнє арифметичне значення суми рангів

$$\bar{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n} = \frac{17 + 15 + 12 + 6}{4} = \frac{50}{4} = 12,5,$$

де n - число факторів,

ρ_i - сума рангів по i -му фактору.

6. Розраховуються відхилення суми рангів від його середнього арифметичного значення і отриманні результати вносяться до табл. 1

$$d = \rho_i - \bar{\rho} = 17 - 12,5 = 4,5.$$

7. Обчислюються квадрати відхилень і також записуються до табл. 1

$$d^2 = 20,2.$$

8. Визначається коефіцієнт конкордації

$$W = \frac{12S(d^2)}{m^2n(n^2 - 1)} = \frac{12(20,2 + 6,2 + 0,2 + 42,2)}{25 \cdot 4(16 - 1)} = \frac{825,6}{1500} = 0,55,$$

де $S(d^2) = \sum_{i=1}^n \Delta r_i^2$ - сума квадратів відхилень, $S(d^2) = 68,8$,

m - число експертів.

В матриці з дрібними факторами коефіцієнт конкордації розраховується за формулою

$$W = \frac{12S(d^2)}{m^2n(n^2 - 1) - m \sum (t_j^3 - t_j)},$$

де t_j - j -те число однакових рангів при i -му ранжуванні.

При повному узгодженні ранжировок $W = 1$, в міру погіршення узгодження W наближається до 0.

9. Оцінюється коефіцієнт конкордації (критерій згоди) через визначення критерію Пірсона χ^2 . Дослідне значення критерію χ^2

$$\chi_o^2 = W \cdot m(n - 1) = 0,55 \cdot 5(4 - 1) = 0,55 \cdot 5 \cdot 3 = 8,25 = 8,3.$$

Табличне значення χ_T^2 при $\alpha = 0,05$ і числі ступенів свободи $q = 4 - 1 = 3$ $\chi_T^2 = 7,8$ (табл. Д.1).

$\chi_0^2 \geq \chi_T^2$ гіпотеза про достатність узгодження думок експертів не відкидається, тому їх оцінка розглянутого завдання необхідна.

10. Будується діаграма рангів в послідовності спадання суми рангів (рис. 1).

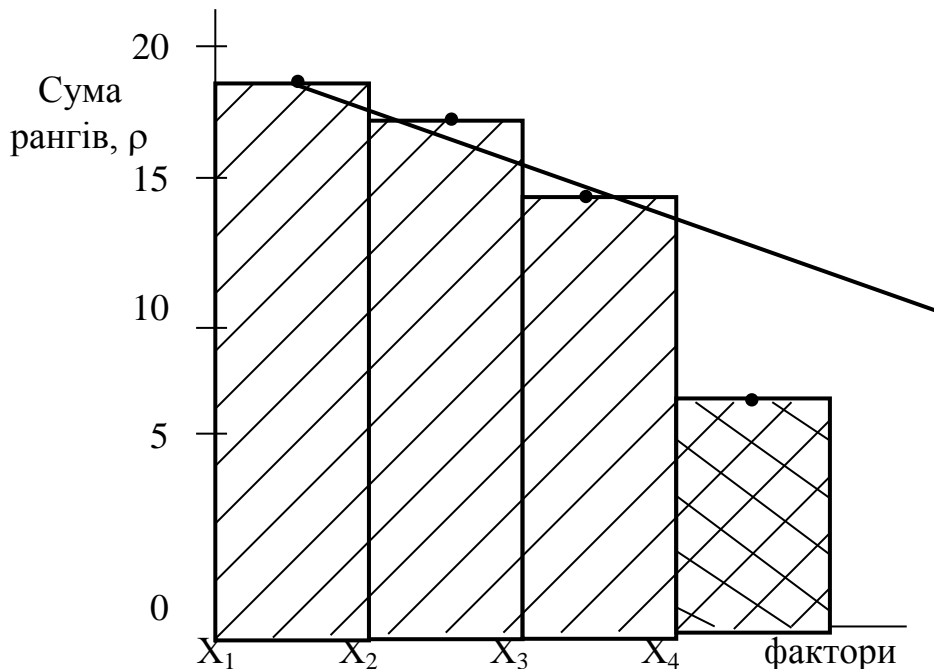


Рисунок 4.1 – Діаграма рангів

11. Визначається доцільність використання всіх розглянутих факторів в експерименті. Фактор x_4 (температура повітря) помітно відрізняється від інших, тому його можна відсіяти з подальшого експерименту. Наглядно це підтверджує діаграма рангів.

Запитання для самоперевірки

1. Хто призначається експертом?
2. За яким критерієм встановлюють компетентність експертів?
3. Як визначити ранг фактора?
4. Що визначає коефіцієнт конкордації?
5. За якими ознаками діаграми рангів вилучаються фактори з подальшого експерименту?
6. Що визначає коефіцієнт рангової кореляції Спірмена?
7. Як оцінити узгодженість думок експертів?

Практичне заняття 5

ОЦІНКА ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ЗНАЧЕНЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Мета заняття – визначення відповідності експериментальних вимірювань нормальному закону розподілу.

Вихідні дані

Зафіксовано такі значення швидкості руху автосамоскидів при транспортуванні асфальтобетонної суміші на ділянці дороги від асфальтобетонного заводу до будівельного майданчика (км/год): 44; 39; 44; 38; 42; 47; 43; 41; 44; 36; 38; 40; 42; 45; 44; 35; 38; 40; 45; 40; 42; 43; 46; 40; 42; 47; 41; 42; 46; 41; 42; 40; 36; 39; 43; 47; 42; 37; 40; 35; 38; 40; 43; 46.

Необхідно визначити відповідність значень експериментальних вимірювань швидкості нормальному закону розподілу.

Порядок виконання

1. Ранжуються значення вимірювань швидкості руху самоскидів в порядку зростання 35; 35; 36; 36; 37; 38; 38; 38; 38; 39; 39; 40; 40; 40; 40; 40; 40; 41; 41; 41; 42; 42; 42; 42; 42; 42; 43; 43; 43; 43; 44; 44; 44; 44; 45; 45; 46; 46; 46; 47; 47; 47.

2. Визначається інтервал варіювання U значень швидкості руху

$$U = X_{max} - X_{min} = 47 - 35 = 12 \text{ км/год.}$$

3. Розраховується чисельність класів за формулою Старджеса

$$K = 1 + 3,32 \cdot \lg N = 1 + 3,32 \cdot 1,6335 = 1 + 5,423 = 6,423 \approx 6,$$

де K – кількість класів,
 N – кількість вимірювань.

4. Визначається довжина кожного класу

$$l = \frac{U}{K} = \frac{12}{6} = 2 \text{ км/год.}$$

5. Розраховуються межі кожного j -го класу. Результати обчислень вносяться до табл. 5.1.

$$X_{jn} = X_{\min} + (J - 1)l \qquad X_{jk} = X_{\min} + nl,$$

де X_{jn} , X_{jk} – відповідно значення початку і кінця j -го класу.

Таблиця 5.1– Статистична обробка середньої швидкості руху автосамоскидів

Номера класів	Межі класів	Середина класів X_j	Число попадань вимірювань до класу, m_j	Відносна частота попадань вимірювань швидкості до j -го класу, r_j	Щільність		$P_j - f(X_j)$
					емпірична, P_j	теоретична $f(X_j)$	
1	35-37	36	5	0,116	0,058	0,032	0,026
2	37-39	38	6	0,140	0,070	0,077	-0,007
3	39-41	40	10	0,232	0,116	0,122	-0,006
4	41-43	42	10	0,232	0,116	0,125	-0,009
5	43-45	44	6	0,140	0,070	0,084	-0,014
6	45-47	46	6	0,140	0,070	0,036	0,034

6. Визначаються середини класів, і результати записуються до третьої колонки табл. 5.1 $X_j = \frac{X_{jn} + X_{jk}}{2}$.

7. Встановлюється число попадань експериментальних величин до кожного класу (колонка 4).

8. Розраховуються відносні частоти попадань вимірювань швидкості до j -го класу (колонка 5)

$$r_j = \frac{m_j}{N} = \frac{5}{43} = 0,116.$$

9. Визначаються емпіричні щільності в кожному класі

$$P_j = \frac{r_N}{l} = \frac{0,116}{2} = 0,058.$$

10. Розраховуються числові характеристики заданого розподілу – математичне сподівання і дисперсія

$$\begin{aligned} a &= \sum X_j r_j = 36 \cdot 0,116 + 38 \cdot 0,140 + 40 \cdot 0,232 + 42 \cdot 0,232 + 44 \cdot 0,140 + 46 \cdot 0,140 \\ &= 4,176 + 5,320 + 9,280 + 9,744 + 6,160 + 6,440 = 41,12; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D(X) &= \sum (a - X_j)^2 \cdot r_j = (41,12 - 36)^2 \cdot 0,116 + (41,12 - 38)^2 \cdot 0,140 + (41,12 - 40)^2 \cdot 0,232 + \\ &+ (41,12 - 42)^2 \cdot 0,232 + (41,12 - 44)^2 \cdot 0,140 + (41,12 - 46)^2 \cdot 0,140 = 26,21 \cdot 0,116 + 9,734 \cdot 0,140 + \\ &+ 1,254 \cdot 0,232 + 0,774 \cdot 0,232 + 8,294 \cdot 0,140 + 23,814 \cdot 0,140 = 3,040 + 1,363 + 0,291 + 0,180 + 1,161 + \\ &+ 3,334 = 9,369. \end{aligned}$$

11. Щільність ймовірності розподілу середньої швидкості автосамоскидів:

$$f(X) = \frac{1}{a\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X_j-a)^2}{2\sigma^2}};$$

$$f(36) = \frac{1}{3,061 \cdot 2,506} e^{-\frac{(36-41,12)^2}{2 \cdot 9,369}} = \frac{1}{7,671} e^{-\frac{26,214}{18,738}} = 0,130 \cdot e^{-1,399} = 0,130 \cdot 0,2466 = 0,032;$$

$$f(38) = 0,130 \cdot e^{-\frac{(38-41,12)^2}{18,738}} = 0,130 \cdot e^{-0,52} = 0,130 \cdot 0,5945 = 0,077;$$

$$f(40) = 0,130 \cdot e^{-\frac{(40-41,12)^2}{18,738}} = 0,130 \cdot e^{-0,067} = 0,130 \cdot 0,9348 = 0,122;$$

$$f(42) = 0,130 \cdot e^{-\frac{(42-41,12)^2}{18,738}} = 0,130 \cdot e^{-0,041} = 0,130 \cdot 0,9607 = 0,1249;$$

$$f(44) = 0,130 \cdot e^{-\frac{(44-41,12)^2}{18,738}} = 0,130 \cdot e^{-0,44} = 0,130 \cdot 0,644 = 0,084;$$

$$f(46) = 0,130 \cdot e^{-\frac{(46-41,12)^2}{18,738}} = 0,130 \cdot e^{-1,271} = 0,130 \cdot 0,2808 = 0,036.$$

12. Визначається міра розходження χ^2

$$\begin{aligned} \chi^2 &= n \sum \frac{[P_j - f(X_j)]^2}{f(X_j)} = 43 \left[\frac{0,026^2}{0,032} + \frac{0,007^2}{0,077} + \frac{0,006^2}{0,122} + \frac{0,009^2}{0,125} + \frac{0,014^2}{0,084} + \frac{0,034^2}{0,036} \right] = \\ &= 43(0,021 + 0,0006 + 0,0003 + 0,0006 + 0,0023 + 0,032) = 43 \cdot 0,0793 = 3,41. \end{aligned}$$

Розраховується число зв'язків

$$q = N - 2 = 6 - 2 = 4.$$

13. Визначається ймовірність узгодження за відомими q і χ^2 (табл. А.1).

$$p_{\text{табл}} = 0,495,$$

$p_{\text{табл}} > p_n$, тому результати вимірювань швидкості руху автосамоскидів відповідають гіпотезі про нормальний закон їх розподілу.

Будується графік щільності розподілу середньої швидкості руху автосамоскидів. Його вигляд також підтверджує відповідність щільності розподілу середньої швидкості самоскидів нормальному закону (рис. 5.1).

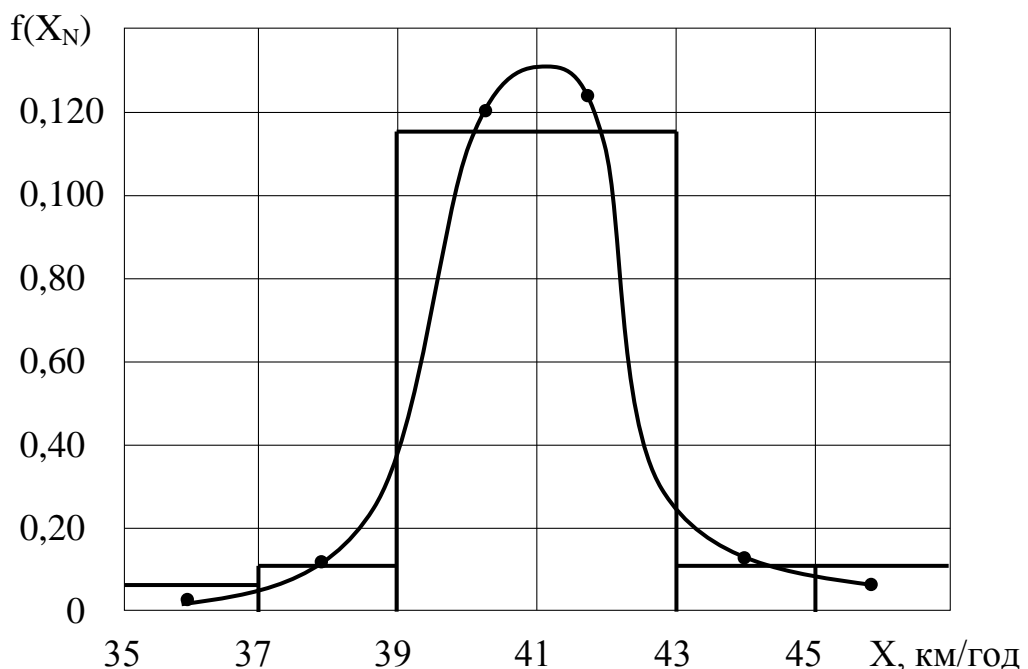


Рисунок 5.1 – Графік щільності розподілу середньої швидкості руху автосамоскидів: X – середня швидкість автосамоскидів, км/год; $f(X_N)$ – щільність ймовірності розподілу швидкості руху самоскидів

Запитання для самоперевірки

1. Якою залежністю описується нормальний закон розподілу?
2. Дати характеристику параметрів нормального закону розподілу.
3. Які властивості має нормальна крива розподілу?
4. В чому полягає правило трьох сигм?

5. Розподіл яких значень випадкових величин описує нормальний закон?
6. Як ранжуються експериментальні дані?
7. За якою формулою розраховується число класів при групуванні емпіричних вимірювань?

Практична робота 6

ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ MS EXCEL

Мета роботи – вивчення можливостей пакету MS Excel для вирішення задач обробки експериментальних даних.

Вихідні дані

Однією з поширених завдань в науці, техніці, економіці є апроксимація експериментальних даних, алгебраїчних даних аналітичними виразами. Можливість підібрати параметри рівняння таким чином, щоб його рішення співпало з даними експерименту, часто є доказом (або спростуванням) теорії.

Розглянемо наступну математичну задачу. Відомі значення деякої функції f утворюють таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Значення функції f

X	X ₁	X ₂	...	X _n
F(x)	Y ₁	Y ₂	...	Y _n

Необхідно побудувати аналітичну залежність $y = f(x)$, що найближче описує результати експерименту. Побудуємо функцію $y = f(x, a_0, a_1, \dots, a_k)$ таким чином, щоб сума квадратів відхилень виміряних значень y_i від розрахункових $f(x, a_0, a_1, \dots, a_k)$ була найменшою – метод найменших квадратів (рис . 6.1).

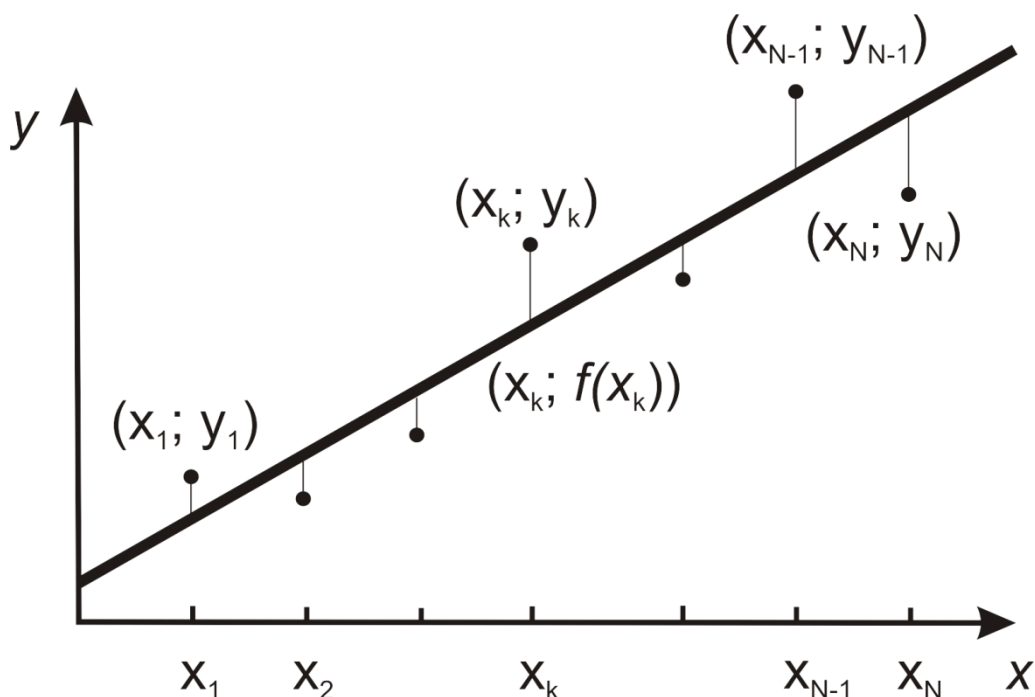


Рисунок 6.1 – Розподілення результатів експериментальних досліджень

Математично ця задача рівносильна наступній: знайти значення параметрів a_0, a_1, \dots, a_k , при яких функція приймала б мінімальне значення.

$$S(a_0, a_1, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k)]^2. \quad (6.1)$$

Ця задача полягає у вирішенні системи рівнянь:

$$\frac{\partial s}{\partial a_0} = 0; \frac{\partial s}{\partial a_1} = 0; \dots \frac{\partial s}{\partial a_k} = 0. \quad (6.2)$$

Якщо параметри a_j входять в залежність $y = f(x, a_0, a_1, \dots, a_k)$ лінійно, то ми отримаємо систему лінійних рівнянь:

$$\frac{\partial s}{\partial a_j} = 0; \sum_{i=1}^n (-f(x_i, a_0, a_1, \dots, a_k)) \frac{\partial f}{\partial a_j} = 0; j = 0, 1, \dots, k. \quad (6.3)$$

Вирішивши систему (6.3), знайдемо параметри a_0, a_1, \dots, a_k і отримаємо залежність $y = f(x, a_0, a_1, \dots, a_k)$.

Лінійна функція (лінія регресії)

Необхідно визначити параметри функції $y=ax+b$. Складемо функцію S :

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - ax_i - b]^2. \quad (6.4)$$

Продифференціюємо вираз (6.4) по a і b , сформуємо систему лінійних рівнянь, вирішивши яку ми отримаємо наступні значення параметрів:

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}; b = \frac{n \sum x_i^2 y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}. \quad (6.5)$$

Підібрана пряма називається лінією регресії y на x , a і b називаються коефіцієнтами регресії.

Чим менше величина S , тим більш обґрунтоване припущення, що таблична залежність описується лінійною функцією. Існує показник, що характеризує тісноту лінійного зв'язку між x і y . Це коефіцієнт кореляції. Він розраховується за формулою:

$$r = \frac{\sum (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum (x_i - M_x)^2 \sum (y_i - M_y)^2}} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i y_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}. \quad (6.6)$$

Коефіцієнт кореляції r і коефіцієнт регресії a пов'язані співвідношенням:

$$a = \frac{Dy}{Dx} r, \quad (6.7)$$

де Dy , Dx – середньоквадратичне відхилення значень x і y .

$$D_x = \frac{\sum (x_i - M_x)^2}{n}, M_x = \frac{\sum x_i}{n}; D_y = \frac{\sum (y_i - M_y)^2}{n}; M_y = \frac{\sum y_i}{n}. \quad (6.8)$$

Значення коефіцієнта кореляції задовольняє співвідношенню $-1 \leq r \leq 1$. Чим менше відрізняється абсолютна величина r від одиниці, тим ближче до лінії регресії розташовуються експериментальні точки. Якщо коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, то змінні x , y на-

зиваються не корелірованими. Якщо $r = 0$, то це лише означає, що між x , y не існує лінійного зв'язку, але між ними може існувати залежність, відмінна від лінійної.

Для того щоб перевірити, значимо чи відрізняється від нуля коефіцієнт кореляції, можна використовувати критерій Стьюдента. Обчислення значення критерію визначається за формулою:

$$t = \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} r. \quad (6.9)$$

Значення t порівнюється зі значенням, узятим з таблиці розподілу Стьюдента відповідно до рівня значущості α і числом ступенів свободи $n-2$. Якщо t більше табличного, то коефіцієнт кореляції значимо відрізняється від нуля.

Порядок виконання

Рішення поставленої задачі виконуємо засобами MS Excel.

Обчислення коефіцієнтів регресії здійснюється за допомогою функції «ЛИНЕЙН()»:

ЛИНЕЙН(Значення_у; Значення_х; Конст; статистика)

«Значення_у» – масив значень y .

«Значення_х» – необов'язковий масив значень x , якщо масив x опущений, то передбачається, що це масив $\{1; 2; 3; \dots\}$ такого ж розміру, як і «Значення_у».

Конст – логічне значення, яке вказує, чи потрібно, щоб константа b дорівнювала 0. Якщо «Конст» має значення «ІСТИНА» або опущено, то b обчислюється звичайним чином. Якщо аргумент «Конст» має значення «БРЕХНЯ», то b вважається рівним 0 і значення a підбираються так, щоб виконувалося співвідношення $y = ax$.

Статистика – логічне значення, яке вказує, чи потрібно повернути додаткову статистику по регресії. Якщо аргумент статистика має значення «ІСТИНА», функція «ЛИНЕЙН()» повертає додаткову регресійну статистику. Якщо аргумент «статистика» має значення «БРЕХНЯ» або опущений, то функція «ЛИНЕЙН()» повертає лише коефіцієнт a та постійну b .

Для обчислення безлічі точок на лінії регресії використовується функція «ТЕНДЕНЦИЯ()»:

ТЕНДЕНЦИЯ(Значения_u; Значения_x; Новые_значения_x; Конст).

Значения_u – масив значень y , які вже відомі для співвідношення $y = ax + b$.

Значения_x – масив значень x .

Новые_значения_x – новий масив значень, для яких «ТЕНДЕНЦИЯ()» повертає відповідні значення y . Якщо «Новые_значения_x» опущені, то передбачається, що вони збігаються з масивом значень x .

Конст – логічне значення, яке вказує, чи потрібно, щоб константа b дорівнювала 0. Якщо «Конст» має значення «ИСТИНА» або опущено, то b обчислюється звичайним чином. Якщо «Конст» має значення «БРЕХНЯ», то b вважається рівним 0, і значення a підбираються таким чином, щоб виконувалося співвідношення $y = ax$. Необхідно пам'ятати, що результатом функцій «ЛИНЕЙН()», «ТЕНДЕНЦИЯ()» є безліч значень – масив.

Для розрахунку коефіцієнта кореляції використовується функція «КОРРЕЛ()», що повертає значення коефіцієнта кореляції:

КОРРЕЛ(Массив1;Массив2).

Массив1 – масив значень x .

Массив2 – масив значень y .

«Массив1» і «Массив2» повинні мати однакову кількість точок даних.

Приклад. Відома таблична залежність $G(L)$. Необхідно побудувати лінію регресії і обчислити очікуване значення в точках 0; 0,75; 1,75; 2,8; 4,5.

Таблица 6.2 – Значення L та G

	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
	1	2,39	2,81	3,25	3,75	4,11	4,45	4,85	5,25

Введемо таблицю значень в лист MS Excel і побудуємо точковий графік. Робочий лист прийме вид зображений на рис. 6.2.

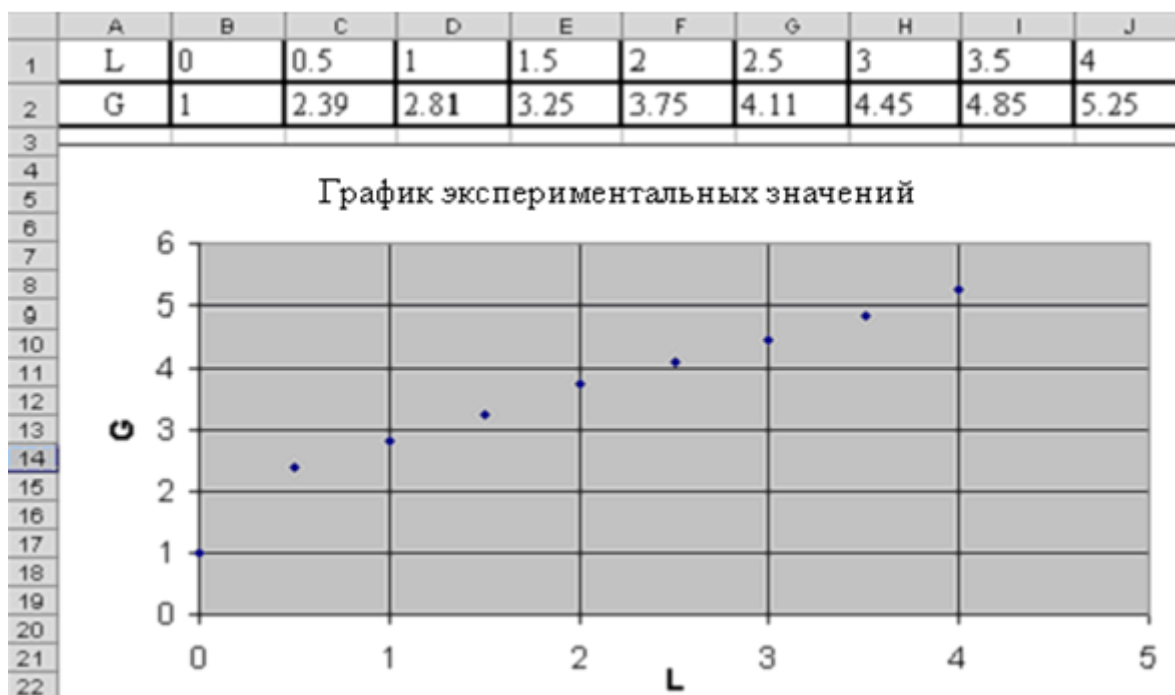


Рисунок 6.2 – Рабочий лист програми MS Excel

Для того, щоб розрахувати значення коефіцієнтів регресії a і b виділимо осередки $K2: L2$, звернемося до майстра функцій і в категорії «Статистичні» виберемо функцію «LINEST». Заповнимо з'явився діалогове вікно так, як показано на рис. 6.3 і натиснемо «Ок».

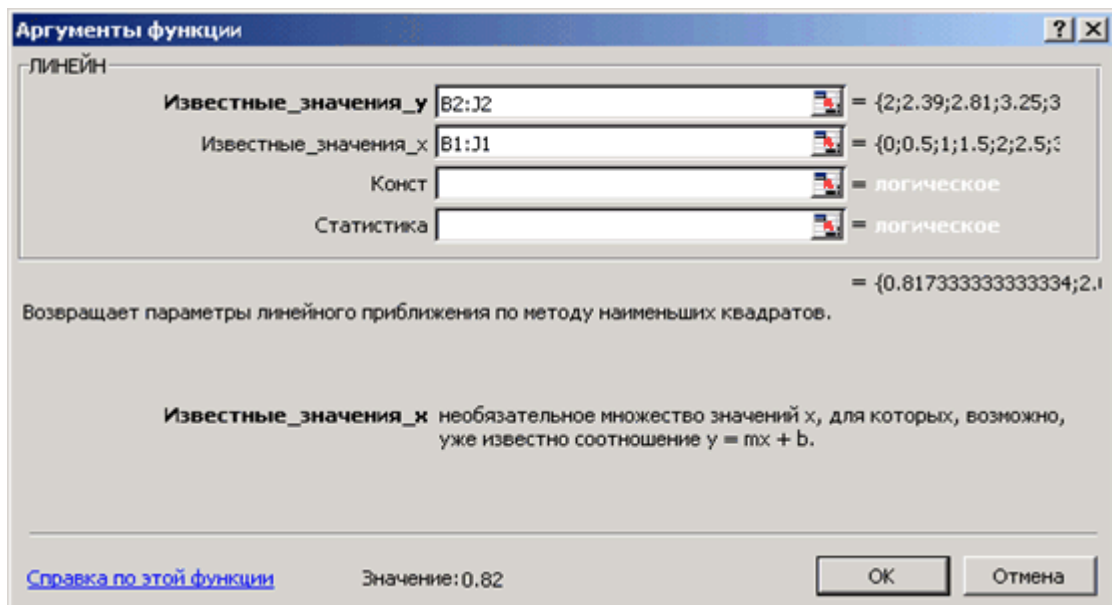


Рисунок 6.3 – Діалогове вікно «Аргументы функции»

В результаті обчислене значення з'явиться тільки в клітинці «K2» (рис. 6.4). Для того щоб обчислене значення з'явилося і в клітинці «L2» необхідно увійти в режим редагування, натиснувши клавішу «F2», а потім натиснути комбінацію клавіш «CTRL + SHIFT + ENTER».

Для розрахунку значення коефіцієнта кореляції в клітинку «M2» була введена наступна формула: $M2 = \text{КОРРЕЛ}(B1: J1; B2: J2)$ (рис. 6.4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	L	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	A=	b=	R=
2	G	1	2.39	2.81	3.25	3.75	4.11	4.45	4.85	5.25	0.95	1.64	0.98

Рисунок 6.4 – Введення функції в клітинку «K2»

Для обчислення очікуваного значення в точках 0; 0,75; 1,75; 2,8; 4,5 занесемо їх в клітинки «L9: L13». Потім виділимо діапазон клітинок «M10: M13» і введемо формулу:

= ТЕНДЕНЦІЯ (B2: J2; B1: J1; L9: L13).

Для того щоб обчислені значення з'явилися і в клітинках «M10: M13» необхідно натиснути комбінацію клавіш «CTRL + SHIFT + ENTER».

Зобразимо лінію регресії на діаграмі. Для цього виділимо експериментальні точки на графіку, клацнемо правою кнопкою миші і виберемо команду «Вихідні дані». У діалоговому вікні (рис. 6.5), для додавання лінії регресії клацнемо по кнопці «Додати».

Як ім'я введемо «Лінія регресії», як «Значення X»: «L9: L13», як «Значення Y»: «M9: M13». Далі виділяємо лінію регресії, для зміни її типу клацаємо правою кнопкою миші і вибираємо команду Тип діаграми (рис. 6.6). Для форматування лінії регресії (можна змінити товщину лінії, колір, тип маркера і т.п) двічі клацаємо по ній (рис. 6.7).

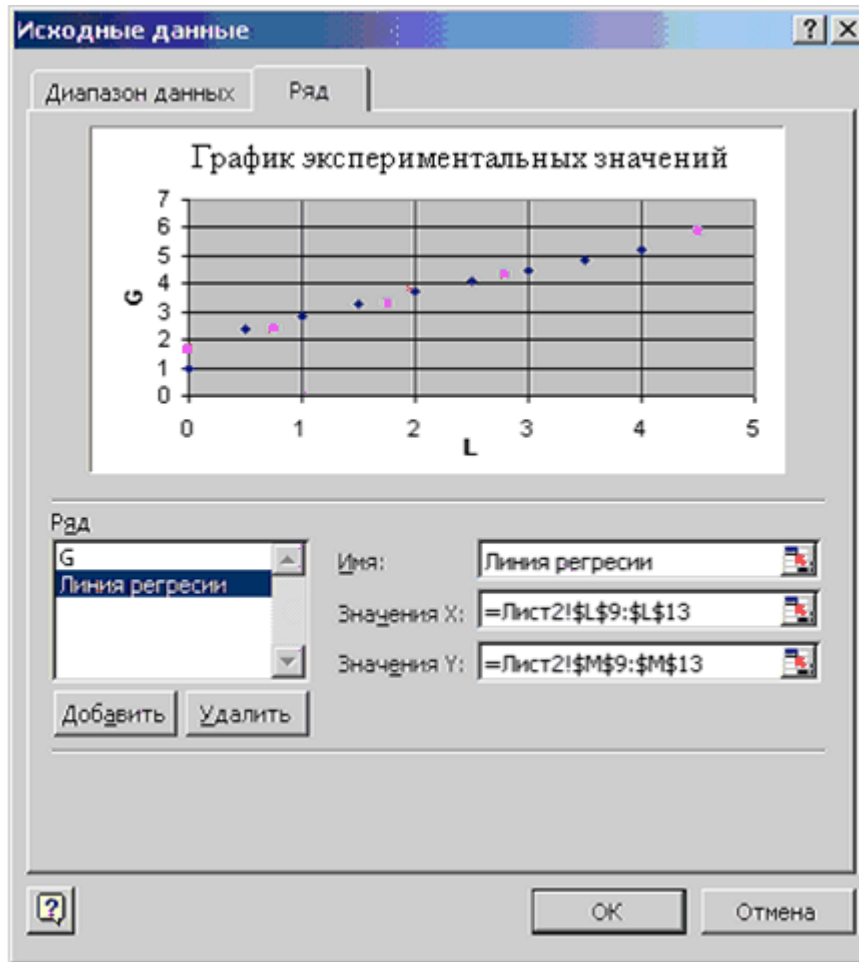


Рисунок 6.5 – Додавання лінії регресії

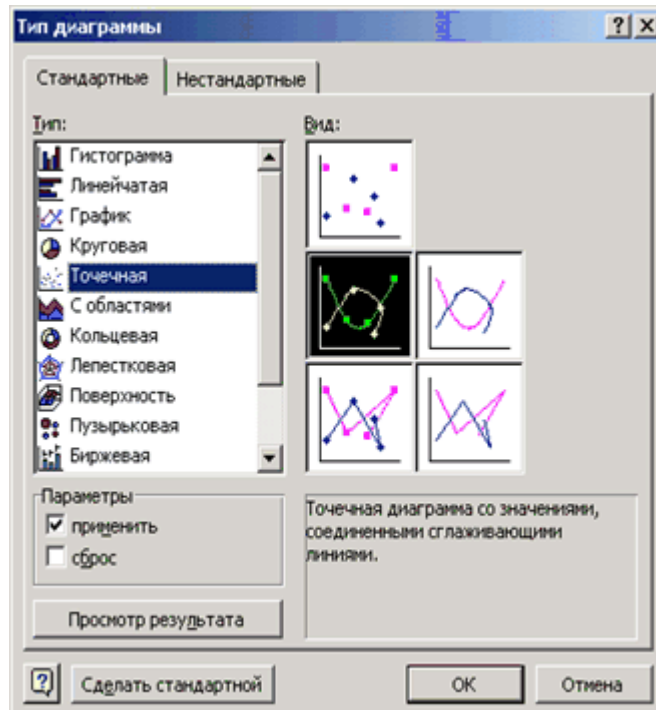


Рисунок 6.6 – Вибір типу діаграми

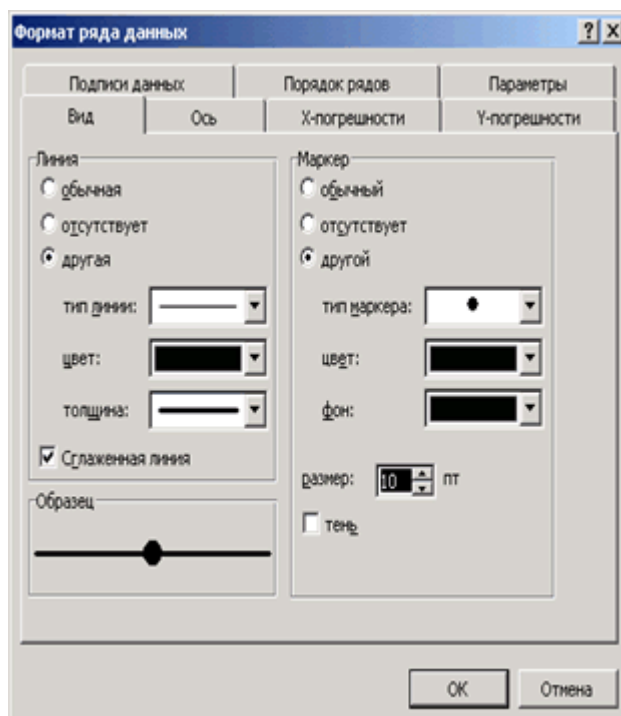


Рисунок 6.7 – Формат рядів даних

Після форматування графіка робочий лист прийме вигляд, зображений на рис. 6.8.

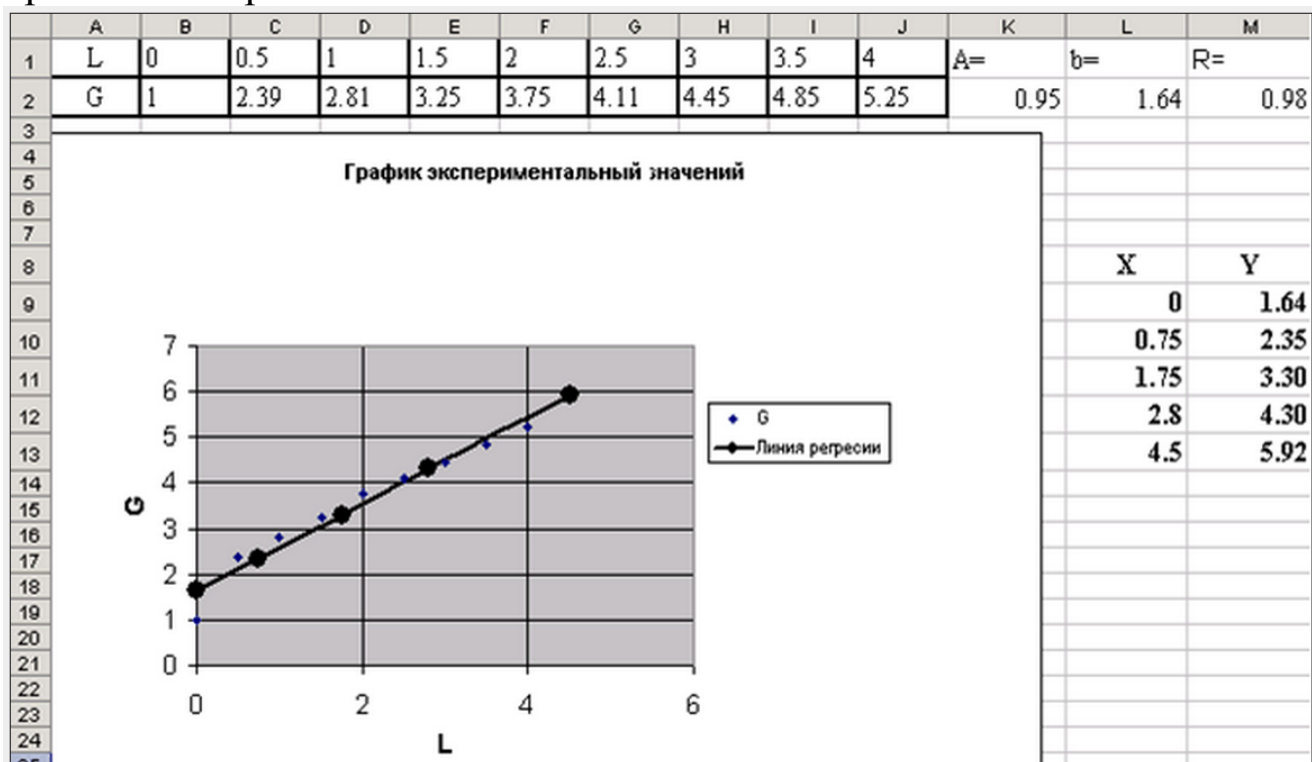


Рисунок 6.8 – Робочий лист після форматування

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

1. На першому робочому листі документа MS Excel ввести вихідні дані, що відповідають варіанту завдання. Проаналізувати експериментальну залежність. Побудувати графік експериментальних точок.

2. На другому робочому аркуші засобами MS Excel розрахувати коефіцієнти регресії, коефіцієнт кореляції, середньоквадратичні відхилення і сумарну помилку. Побудувати в одній графічній області експериментальні точки і лінію регресії.

3. Третій робочий лист повинен містити обчислення коефіцієнтів функціональної залежності, що відповідає варіанту завдання. Розрахунок коефіцієнтів призвести аналітично за допомогою методу найменших квадратів, звівши задачу до задачі оптимізації. Побудувати в одній графічній області експериментальні точки і графік підбраною функціональної залежності. Визначити сумарну помилку.

4. На четвертому робочому листі побудувати лінію тренда, якщо це можливо. Переконається в тому, що обчислені в п.3 коефіцієнти збігаються з коефіцієнтами лінії тренда. Провести порівняльний аналіз отриманих результатів і побудувати в одній графічній області графік експериментальних точок, лінію регресії і графік отриманої експериментальної залежності.

5. Озаглавити робочі листи згідно з тематикою обчислень. Вихідні дані, результати обчислень і графіки супроводжувати відповідними підписами і поясненнями.

Варіант №1. $P(s)=As^3+Bs^2+Cs+D$

S	0,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
P	10,00	50,10	39,58	15,40	23,68	33,60	57,78	100,90	149,50	256,00

Варіант № 2. $G(s)=Aebs$

S	0,5	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
G	3,99	5,65	6,41	7,71	11,215	17,611	27,83	38,19	39,3

Вариант № 3. $K(s)=Asb$

S	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
K	1,65	2,1	2	2,1	2,3	2,4	2,22	2,59

Вариант № 4. $V(s)=AsbeCs$

S	0,2	0,7	1,2	1,7	2,2	2,7	3,2
V	2,3198	2,9569	2,3999	6,4357	6,5781	6,9459	14,6621

Вариант № 5. $W(s)=A/(Bs+C)$

S	1	2	3	4	5	6	7	8	9
W	0,529	0,298	0,267	0,171	0,156	0,124	0,1	0,078	0,075

Вариант № 6. $Q(s)=As^2+Bs+C$

S	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
Q	5,21	4,196	3,759	3,672	4,592	4,621	5,758	7,173	9,269

Вариант № 7. $Y=x/(Ax-B)$

X	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
Y	0,61	0,6	0,592	0,58	0,585	0,583	0,582	0,57	0,572	0,571

Вариант № 8. $V=1/(A+Be-U)$

U	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
V	5,197	7,78	11,14	15,09	19,24	23,11	26,25	28,6	30,3

Вариант № 9. $R=AtB+14,5$

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	2,11	5,2	5,15	19,27	18,2	30,37	32	31	30,22	31,2

Вариант № 10. $R=Ch^2+Dh+K$

H	2	4	6	8	10	12	14	16
R	0,035	0,09	0,147	0,1	0,24	0,28	0,31	0,34

Вариант №11. $G=DL+K$

L	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
G	2	2,39	2,81	3,25	3,75	4,11	4,45	4,85	5,25

Вариант № 12. $Y=Ax^3+Bx^2+Cx+D$

X	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Y	14,5	25	26,9	83,75	89,9	219,1	326,1	464	637,5

Вариант № 13. $Y=Ax^3+Cx+D$

X	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Y	6,5	20,38	46,4	88,63	151,1	237,9	535	500,3	684,5

Вариант № 14. $R=Ch^2+K$

H	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
R	7,5	14,25	23,7	25,86	50,7	68,25	88,5	111,5

Вариант № 15. $Z=At^4+Ct^2+K$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Z	2,2	10,6	35,6	90	191,1	359,2	618,7	997,9	1598,5

Вариант № 16. $Z=At^4+Bt^3+Dt+K$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Z	2,21	9,83	30,5	74,5	155,2	288,86	494,5	794,69	1214,6

Вариант № 17. $Z=At^4+Bt^3+Ct^2+K$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Z	5,25	13,4	31,29	64,64	121,23	209,94	341,23	527,14	751

Вариант № 18. $Z=At^4+Dt+K$

T	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Z	0,5	1,35	2,37	3,8	5,8	8,65	12,57	18,05	0,86

Вариант № 19. $Y=Ax^3+D$

X	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
Y	3,6	3,59	3,65	3,96	4,12	4,86	5,67	6,85	8,42	10,47

Вариант № 20. $R=AtB$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
R	2,19	14,8	57,15	163,2	384,5	793,5	1486	2585,5	4242,22

Вариант № 21. $W(s)=1/(Bs-C)$

S	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
W	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1	0,9

Вариант № 22. $V(s)=sbeCs$

S	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
V	20	33	52,5	83,5	130,2	202,5	310	475	1079	1614	

Вариант № 23. $Y(x)=x/(Ax+B)$

X	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Y	0,214	0,221	0,2237	0,2258	0,2262	0,2268	0,2275	0,2283	0,2288

Вариант № 24. $V(s)=AseCs$

S	1	2	3	4	5	6	7	8
V	43,75	32,25	17,83	8,76	4	1,77	0,76	0,32

Вариант № 25. $V(s)=Asbes$

S	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
V	6,5	8,71	12,67	18,6	27,63	42,61	65,6	101,86

Вариант № 26. $V=(A+BeU)$

U	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
V	3,597	4,597	5,5984	7,5987	11,269	17	26,5096	42,1599

Вариант №27. $G(L)=D/L+K$

L	1	1,13	1,25	1,38	1,5	1,63	1,75	1,88	2
G	3,8	3,2	2,6	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1

Вариант № 28. $V(s)=AsB$

S	1	2,3	2,9	4,1	5,2	5,9	6,8	8,1	9,2
V	2,4	2,9	58,5	165,5	337,5	493	754,5	11275	1868

Вариант № 29. $K(s)=AeSb$

S	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
K	2,2	3,73	6,25	10,49	17,61	29,65	49,84	140,9	237,1

Вариант № 30. $Z(t)=At^5+Bt^4+Ct^3+Dt^2+Kt+L$

T	0,66	0,9	1,17	1,47	1,7	1,74	2,08	2,63	3,12
Z	38,9	68,8	64,4	66,5	64,95	59,36	82,6	90,63	113,5

Вариант № 31. $R(T) = At^5+Bt^4+Ct^3+Dt^2+L$

T	2	4	6	8	10	12	14	16
R	0,035	0,09	0,147	0,1	0,24	0,28	0,31	0,34

Вариант №32. $G(t) = At^5+Bt^4+Dt^2+Kt+L$

T	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
G	2	2,39	2,81	3,25	3,75	4,11	4,45	4,85	5,25

Вариант № 33. $Y(t)= At^5+Ct^3+Dt^2+Kt+L$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Y	14,5	25	26,9	83,75	89,9	219,1	326,1	464	637,5

Вариант № 34. $Y(t) = At^5+Bt^4+Ct^3+Kt+L$

X	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Y	6,5	20,38	46,4	88,63	151,1	237,9	535	500,3	684,5

Варіант № 35 $R(t) = At^5 + Ct^3 + Kt$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
R	2,19	14,8	57,15	163,2	384,5	793,5	1486	2585,5	4242,22

Варіант № 36. $R(t) = At^5 + Dt^2 + Kt$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
R	2,19	14,8	57,15	163,2	384,5	793,5	1486	2585,5	4242,22

Варіант № 37. $W(T) = At^5 + Dt^2 + L$

T	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
W	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1	0,9

Варіант № 38. $V = At^5 + L$

T	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2
V	20	33	52,5	83,5	130,2	202,5	310	475	1079	1614

Запитання для самоперевірки

1. Що таке «лінія регресії»?
2. Назвіть функції, що використовувалися в роботі?
3. Для чого використовується критерій Стюдента?
4. Що таке «коефіцієнт кореляції»? Що він відображає?
5. Якими функціями можна описати результати експериментальних досліджень?

ДОДАТКИ

Таблиця А.1 – Значення χ^2 в залежності від величини довірчої ймовірності $P(x < \xi) = 1 - \alpha$ і числа степенів вільності q

Число степенів вільності, q	Значення χ^2 при різних величинах P						
	0,99	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,20
1	6,35	3,841	2,706	1,642	1,074	0,455	0,064
2	9,210	5,991	4,005	3,219	2,410	1,386	0,446
3	11,345	7,815	6,251	4,642	3,660	2,366	1,005
4	13,277	9,488	7,779	5,989	4,880	3,357	1,649
5	15,086	10,070	9,236	7,289	6,060	4,351	2,343
6	16,812	12,592	10,645	8,558	7,230	5,348	3,070
7	18,475	14,067	12,017	9,803	8,380	6,346	3,822
8	20,090	15,507	13,362	11,030	9,520	7,344	4,594
9	21,666	16,919	14,684	12,242	10,660	8,343	5,380
10	23,209	18,307	15,987	13,442	11,780	9,342	6,179
11	24,725	19,675	17,275	14,631	12,900	10,341	6,989
12	26,217	21,026	18,549	15,812	14,100	11,340	7,807
13	27,688	22,362	19,812	16,985	-	12,340	8,634
14	29,141	23,685	21,064	18,151	-	13,339	9,467
15	30,578	24,996	22,307	19,311	-	14,339	10,307
16	32,00	26,296	23,542	20,465	-	15,338	11,152
17	33,409	27,587	24,769	21,615	-	16,338	12,002
18	34,805	28,869	25,989	22,760	-	17,338	12,857
19	36,191	30,144	27,204	23,900	-	18,338	13,716
20	37,566	31,410	28,412	25,038	-	19,337	14,578