**Міністерство освіти і науки України**

**Національний авіаційний університет**

**Навчально-науковий Гуманітарний інститут**

**Кафедра авіаційної психології**

**Конспект лекцій**

з дисципліни «Математичні методи в психології»

за спеціальністю 053 «Психологія»

Укладач:

Старший викладач кафедри авіаційної психології

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.В.Злагодух

Конспект лекцій розглянутий та схвалений на

засіданні кафедри авіаційної психології

Протокол № \_\_\_\_ від «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 р.

Завідувач кафедри Л.В.Помиткіна

**Зразок оформлення лекції**

**Лекція № 1**

**Тема лекції: Теоретичні та методологічні основи використання статистичних методів для математичної обробки даних психологічних досліджень**

**План лекції**

1. Етапи математизації психологічної науки.

2. Математичні методи у фундаментальних та прикладних психологічних дослідженнях.

## 3. Математичні методи в емпіричних і теоретичних психологічних дослідженнях

**Література**

1. Наследов А.Д. Применение математических методов в психологии: Учеб. пособ. / А.Д. Наследов, С. Г. Тарасов. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. – 208 с.

2. Руденко В.М., Руденко Н.М. Математичні методи в психології.- Рівне: видавець Олег Зелень, 2007.- 496 с.

3. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб, 2002

**Зміст лекції**

## Питання 1. Оснащеність наукового дослідження адекватними математичними методами, тобто рівень його математизації, свідчить про інноваційний характер певної наукової галузі у сучасних умовах. На першому етапі здійснюють кількісну обробку первинного емпіричного матеріалу. Основна мета цього етапу — узагальнення інформації для представлення її у компактному вигляді (емпіричних класифікацій, узагальнень, статистичних тенденцій, варіативностей, кореляцій та ін.). Їхній кількісний опис зумовлює подальше пояснення і прогноз у межах теоретичної схеми. На цьому етапі математичні методи виступають складовою емпіричного пізнання і не мають самостійного значення у розгортанні теоретичних систем. Змістом другого етапу математизації є розроблення й емпірична перевірка часткових математичних моделей, які пояснюють і прогнозують «поведінку» досліджуваного об’єкта в певних ситуаціях за певних умов. Ці моделі — формально-логічні системи, що забезпечують отримання дедуктивним шляхом наслідків, які важко або неможливо отримати без використання математики. На третьому етапі створюють загальну математичну модель, яка повністю описує різні стани, у яких може перебувати досліджуваний об’єкт. Наприклад, математична теорія навчання Естета (W. Estes), за допомогою якої можна отримати декілька різних моделей (одноелементну модель, лінійну модель і т. д.). Етапи математизації відповідають трьом стадіям теоретизування науки: емпіричній, перехідній, теоретичній. На цих стадіях спостерігають якісні перетворення наукового знання: від спостережуваних даних до теоретичних конструктів; від емпіричних класифікацій до теоретичних типологій; від описових теорій і первинних концептуалізацій до пояснювальних і прогнозуючих теорій; від емпіричних законів до законів теоретичних. Щодо цих стадій застосовують різні математичні методи. Емпіричній стадії науки відповідає перший етап математизації (аналіз даних, які отримані на основі первинного осмислення). Перехідну стадію теоретизування науки зіставляють з другим етапом математизації — розробленням «часткових» математичних моделей. Стадію розвиненої теоретичної науки — з третім етапом, тобто побудовою «загальних» математичних моделей. Ці етапи математизації можна виявляти, аналізуючи існуючі типи застосування математики в сучасній психологічній науці. Так, з метою формалізації опису психологічних процесів людської поведінки Кларк Халл розробляв математичну теорію научіння. Курт Левін запроваджував векторно-топологічні поняття-аналоги відомих психологічних фактів. У «знаковій моделі» Джемса пов’язані самоповага індивіда з його успіхом і рівнями домагань. Особливістю цих математичних підходів є описове застосування математики як зручного засобу для виразу змістовних ідей без спроб застосування математичної дедукції з метою прогнозування поведінки. Упровадженню математичних методів у психологію сприяли теорія ймовірностей і математична статистика, за допомогою яких розв’язують проблеми ймовірнісного аналізу особистісних рис, здібностей та поведінки. Прикладами є «Політична арифметика» В. Петті (середина XVII ст.), «Досвід моральної арифметики» Ж. Бюффона (кінець XVIII ст.), «Людина і розвиток її здібностей або досвід суспільної фізики» А. Кетле (середина ХІХ ст.) тощо. Залучення цих методів стимулювала не внутрішня логіка розвитку наукових психологічних ідей, а суб’єктивне бажання математиків застосувати ймовірнісно-статистичні методи до гуманітарно-соціальних явищ на основі здорового глузду. Із XX ст. починають цілеспрямовано розробляти й ефективно використовувати статистичні методи для аналізу емпіричних даних (при вимірюванні, перевірці причинно-наслідкових гіпотез і т. д.).

**Питання 2.** Усі наукові дослідження поділяють на фундаментальні й прикладні. Фундаментальні дослідження спрямовані на пізнання реальності без урахування безпосередньо практичного ефекту від застосування їх результатів. Прикладні дослідження проводять з метою отримання і використання нового знання для розв’язання завдань. Оскільки цілі і завдання фундаментальних і прикладних досліджень у психології відмінні, відрізняються і застосування математичних методів у двох типах досліджень.  
На сучасному етапі розвитку психологічної науки для неї характерний високий рівень диференціації, внаслідок чого з’являються нові галузі психології. Наприклад, у межах психології спілкування, психології малих груп, психології особистості розробляють описові й пояснювальні теорії, досліджують специфічні й окремі механізми поведінки.  
Разом з диференціацією відбувається процес інтеграції наук, тобто виникають нові прикладні дисципліни (наприклад, психологія праці, інженерна психологія, психологія прийняття рішень). Їх особливістю є дослідження результату певної людської діяльності. За цих умов основна мета зміщується з пояснення психологічних механізмів на прогнозування результатів психологічної ситуації. Оскільки теорії виступають вищими формами наукового знання, відповідно їх класифікують на описові, пояснювальні, прогнозування, управління та планування. Проте в науці немає «чистих» типів теорій, тобто описові теорії можуть мати водночас статус пояснювальної і такої, що передбачає. Відповідно і математичні методи, і математичні моделі змістовних теорій, спрямовані на пояснення деякого феномену, як правило, виконують прогнозування. Адекватний прогноз можна здійснити без пояснювальної теорії або моделі. Прикладом статистичної моделі прогнозування є регресійний аналіз і канонічна кореляція, параметри яких перебувають від впливом неврахованих змінних. У кореляційних дослідженнях, що виявляють лише статистичні зв’язки, ставлять завдання спрогнозувати можливості вимірюваних психологічних характеристик індивіда або групи. Застосовують математичні методи і у прикладній психології. Наприклад, професійний відбір здійснюють, вимірюючи деякі особистісні характеристики службовців із наступним розв’язанням відповідних регресійних рівнянь. Шляхом статистичного аналізу можна отримати значення таких критеріальних змінних, як виробнича задоволеність, ефективність тощо, проте механізм взаємозв’язку залежних і незалежних змінних не пояснено. Розробляють фундаментальні теорії шляхом застосування математичних моделей, що досліджують об’єкти як відносно прості системи. Ефективне прогнозування реалізують або при використанні статистичних моделей типу моделей дискримінантного і регресійного аналізу, або методи імітаційного моделювання, які поєднують пояснювальні і прогностичні функції. У прикладних дослідженнях застосування статистичних моделей прогнозу (регресійний, дискримінантний аналіз) комбінують з іншими методами багатомірного статистичного аналізу (факторним, компонентним, кластерним). Так, перед використанням багатомірного регресійного аналізу з метою прогнозування рекомендовано провести факторний аналіз, щоб зменшити кількість початкових змінних; виявити змінні, що корелюють і знижують точність прогнозу. Методи багатомірного статистичного аналізу використовують у фундаментальних дослідженнях, вимірюючи латентні змінні на основі кореляції спостережуваних змінних. У прикладних дослідженнях застосування цих методів найчастіше пов’язане з розв’язанням задач класифікації об’єктів.

**Питання 3.** У психології розрізняють емпіричні і теоретичні дослідження. Емпіричні дослідження проводять із самим об’єктом для перевірки правильності теоретичних побудов. Теоретичні дослідження пов’язані не із реальністю, а з її знаково-символічним або просторово-образним аналогом, тобто формулами, моделями, схемами. Проте не існує строгих критеріїв відмінності між емпіричними і теоретичними дослідженнями, їх розмежовують умовно. Як правило, більшість наукових досліджень має теоретико-емпіричний характер. У будь-якому емпіричному (пов’язаному зі збором і аналізом даних) дослідженні послуговуються математичними методами. У теоретичних дослідженнях також використовують математичні засоби для з’єднання своїх структур (конструктів, гіпотез, типологій тощо) з емпіричними даними (результатами спостережень, вимірювань, експериментів тощо). **Математичні методи** — засоби створення математичних моделей, які описують і пояснюють функціонування певного психічного процесу. Існують три основні види математичного моделювання.  
1. Аналітичне моделювання. Існує у вигляді алгебраїчних, інтегро-диференціальних, кінцево-різницевих та інших рівнянь або логічних умов. Розрізняють власне аналітичне моделювання у вигляді явних залежностей для шуканих характеристик; числове — як числові результати для окремих конкретних умов; якісне — деякі властивості цього розв’язання (його стійкість, значущість). 2. Імітаційне моделювання. Воно дає змогу за вихідними даними отримувати інформацію про стан процесу у визначені моменти часу або стан системи у цілому. 3. Комбіноване моделювання. Такий вид моделювання об’єднує переваги аналітичного й імітаційного моделювання.  
Ці види можна класифікувати на стохастичні і детерміновані, статичні і динамічні, дискретні і безперервні. Стохастичне моделювання відображає ймовірнісну природу процесів і явищ, особливо в соціально-психологічних дослідженнях. Цим моделям притаманні певні ймовірнісні характеристики (вірогідність, рівень значущості тощо).  
На відміну від стохастичного детерміноване моделювання характеризується однозначністю, коли за певних вхідних умов на виході моделі існує конкретний (як правило, єдиний) результат. За допомогою статичного моделювання здійснюють опис поведінки об’єкта у певний фіксований момент часу. Динамічне моделювання уможливлює вивчення динаміки розвитку поведінки об’єкта протягом певного часу.  
Дискретне моделювання передбачає дослідження процесів і явищ, параметри яких можуть набувати лише дискретних значень. Зв’язок величин у будь-якому безперервному діапазоні значення здійснюють шляхом безперервного моделювання. Математичні методи у психології також умовно поділяють на два основні класи відповідно до двох типів математичних моделей: моделей вимірювання і моделей структур та процесів (С. Паповян), які можуть належати як до теоретичних, так і до емпіричних структур . Теоретичні описові моделі є формалізацією описової теорії. Їх аналіз може зумовлювати змістовні твердження на основі дедукції та ізоморфізму між теорією і відповідною математичною структурою. Прикладом теоретичної описової моделі є «теорія поля» Курта Левіна, у якій для опису поведінки індивідів і груп автор запровадив декілька векторно-топологічних понять («зв’язність», «енергія», «напруга», «валентність» і т. д.). Проте у математичних підрахунках Левін ігнорує форми, розмір, відстань та інші характеристики, лише описуючи, оскільки за їх допомогою не можливо пояснити або спрогнозувати поведінку.На основі математичної дедукції побудовані пояснювальні гіпотетико-дедуктивні моделі, коли формулюють твердження про взаємозв’язок змінних. Внаслідок цього виникає математична гіпотеза, яка потребує емпіричної перевірки. Якщо перевірка дає позитивні результати, збільшується вірогідність істинності тих постулатів, на яких ґрунтується теорія. Пояснювальні аксіоматичні моделі — перелік аксіом, яким повинні відповідати емпіричні дані. За допомогою них доводять теореми, що встановлюють існування й одиничність відповідних числових представлень. Якщо аксіоми задовольняються, то правильними вважають й усі подальші висновки (теореми). Відмінність аксіоматичних моделей від гіпотетико-дедуктивних полягає в тому, що аксіоми перевіряють емпірично як початкові постулати (аксіоми), а гіпотези — як висновок з початкових постулатів (гіпотези). Обов’язковою умовою є процедура перевірки гіпотез. Емпіричні математичні моделі характеризуються тим, що емпіричні дані слугують не стільки для перевірки гіпотез, скільки для розробки моделі. Після того як модель сформована і підтверджена її емпірична адекватність, вона може індуктивним шляхом сприяти висуненню теоретичних гіпотез. Застосовуючи кількісні емпіричні узагальнення, описують деяку емпіричну закономірність, зв’язок між змінними. Закономірності такого типу мають винятково описовий характер і пояснюють феномен, який сприятиме виникненню гіпотез, що обґрунтовують емпіричні дані. За допомогою прогнозуючих емпіричних моделей передбачають значення деякого зовнішнього критерію. На їх основі можуть розробляти пояснювальні моделі. У практиці соціально-психологічних досліджень переважають індексні моделі вимірювання. До цього класу належать тести особистості, шкали рейтингу, факторний аналіз. Для цілей прогнозу можуть бути використані моделі статистичного аналізу (регресійний, дисперсійний, коваріаційний, кореляційний, дискримінантний аналіз). Елементарним аналогом таких статистичних моделей, що описують зв’язки залежних і незалежних змінних, є процедури апроксимації емпіричних даних, інтерполяції та екстраполяції. Із погляду рівня математизації і залучення математичного апарату у психологічних дослідженнях розрізняють такі теорії: а) якісні, які побудовані без залучення математичного апарату (наприклад, концепція мотивації А. Маслоу); б) формалізовані, у структурі яких використовують математичний апарат (теорія інтелекту Ж. Піаже, теорія особистісних конструктів Дж. Келлі); в) формальні, що побудовані як повноцінні математичні теорії (моделі) (наприклад, стохастична теорія тесту Д. Раша IRT, що широко використовується у процесі психолого-педагогічного тестування). Роль і місце математичних методів і відповідних моделей у процесі розроблення і перевірки теорії, пояснення і прогнозу емпіричних даних ілюструє схема процесу наукового дослідження. На методологічних принципах і (або) емпіричних узагальненнях (якісних і кількісних) стосовно досліджуваної реальності (феномену) сформульована теоретична концепція феномену (теорія), або спочатку формалізувати теорію, отримавши математичну модель (1), потім дедуктивним шляхом з неї сформулювати змістовну гіпотезу для її емпіричної перевірки; або на основі винятково (вербальних) логічних міркувань сформулювати змістовну гіпотезу (2). У будь-якому разі для підтвердження чи спростування змістовної гіпотези необхідно здійснити перехід до статистичної гіпотези, тобто безпосереднього застосування математичних методів (статистичного оцінювання, перевірки статистичних гіпотез). Отже, існують дві основні функції використання математичних методів: і як інструменту розроблення та удосконалення змістовно сформульованих гіпотез і як засобу подальшого їх підтвердження або спростування. Після процедури статистичних висновків гіпотеза може стати науковим знанням, яке володіє прогностичними функціями.  
Перевірку експериментальної гіпотези про причинний зв’язок двох явищ проводять у такий спосіб. Експериментатор моделює передбачувану причину (вона виступає як експериментальна дія), а наслідок (зміну стану об’єкта) реєструє. Дія служить для зміни незалежної змінної, яка може бути безпосередньою причиною зміни залежної змінної. При цьому спостерігається кілька певних ознак причинно-наслідкового зв’язку явищ А і В:1) розділеність причини і наслідку в часі і передування причини наслідку. Планування дослідження в психології випливає з методології природничих наук. Згідно з методом відмінності Дж. Мілля: якщо за А завжди буде а і за Не-А — Не-а, тоді А, безумовно, є причиною а; 2) наявність статистичного зв’язку між змінними. Повинна спостерігатися або лінійна кореляція (наприклад, між рівнем вербального інтелекту і шкільною успішністю), або нелінійна кореляція (наприклад, між рівнем активації і степенем ефективності навчення (закон Єркса — додсона)); 3) причинно-наслідковий зв’язок є встановлений, якщо експериментальна процедура виключає інші можливості пояснення зв’язків А і В, а також якщо інші альтернативні причини виникнення явища В відсутні.  
У теоретичному і емпіричному дослідженнях використання математичних методів — невід’ємна частина цих двох взаємодіючих між собою рівнів наукового пізнання і типів дослідження.