БрГУ им. А.С. Пушкина

Реферат

на тему

«Использование математической логики в психологии»

Выполнили студенты первого курса

Психолого-педагогического факультета,

группы

Карпюк Ирина и Лубник Анастасия.

Научный руководитель

кандидат математических наук

Онискевич Татьяна Сергеевна

Оглавление

1. Методологические проблемы использования математики в психологии

2. Психологические шкалы и психологические измерения

3. Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных

4. Математическое моделирование

5. Информация и психические процессы

6. Математические методы в проектировании деятельности человека

7. Системный анализ в психологии

8. Применение математических методов в психологии

Заключение

Используемая литература

1. Методологические проблемы использования математики в психологии

математическая психология эксперимент системный

Можно указать две крайние точки зрения по вопросу о применении математики в психологии. Одна из них связана с представлением о математике как некотором универсальном средстве решения всех проблем в любой науке. Сторонники этой точки зрения видят в математике панацею от всех бед, а в математизации психологии - единственный путь преодоления всех трудностей, которые лежат на пути исследования психических явлений.

Другая, прямо противоположная точка зрения состоит в утверждении, что применение математики в психологии, в силу специфики предмета исследования, в принципе невозможно: ничего, кроме путаницы и замены так называемого содержательного анализа манипулированием бессодержательными символами, оно не дает.

Обе точки зрения основаны на явном недоразумении. Источником их возникновения является то, что от математики пытаются требовать большего, чем она может дать и вместе с тем не видят ее действительных возможностей; к тому же забывают, что математика сама не является застывшей наукой, а развивается по мере потребности в ней.

Математика никогда не претендовала и не претендует на решение проблем, принадлежащих другим наукам. Академик А. Н. Крылов образно сравнивал математику с жерновами, которые перемалывают лишь то, что в них положат. Если в эти жернова засыпать семена сорняков, то рассчитывать на получение пшеничной муки не приходится. Основным условием, при котором применение математики в психологии может дать полезный результат, является прежде всего разработка проблем самой психологии. Сам по себе количественный анализ без выяснения качественной определенности изучаемых явлений, конечно, ничего не дает. Но вместе с тем математика, если снова воспользоваться сравнением ее с жерновами, перемалывает то, что в них засыпается. Математические методы позволяют преобразовывать данные конкретной науки в форму, удобную для теоретических построений.

Иногда высказываются мнения о том, что в психологии математические методы выступают только в качестве приемов обработки экспериментальных данных (или данных наблюдения). Однако нам представляется, что это мнение ограниченно. Значение математики для психологии не исчерпывается только обработкой данных. Она выступает также как средство абстракции, анализа и обобщения экспериментально-психологических данных, а следовательно, и как средство построения психологической теории (Даже простой перевод данных психологии на математический язык позволяет выразить их в компактной и удобной для теоретического осмысливания форме, вскрыть противоречия, несогласованности, неясности и т. д).

Иногда высказываются суждения о том, что вообще-то математические методы могут быть полезными для психологии, но не те, которые применяются сейчас, а те, которые будут когда-то созданы. Естественно возникает вопрос, какие же методы должны быть созданы и когда они могут быть созданы.

Конечно, существующие математические методы не удовлетворяют полностью потребности психологии. Кстати, и сами потребности еще не сформулированы четко. Но это еще не значит, что существующие методы не могут найти применения в психологии. Важно только знать их возможности и границы их применения. Те новые математические методы, которые нужны психологии, не могут родиться сами собой, как deus ex machina. Путь их создания - совместная постоянная работа психологов и математиков. В ходе такой работы неизбежно применение и "старых методов", выявление их ограниченности, недостаточности, неполноты, уточнение проблем, поиска других методов и т. д.

Рассматривая процесс "внедрения" математических методов в психологию, легко заметить, что наибольшую трудность здесь представляют так называемые целостность, многомерность, динамичность и многосвязная иерархическая структура исследуемых психических явлений.

В связи со сложностью объекта психологического исследования применение системного подхода здесь наталкивается па ряд трудностей. Прежде всего оказывается весьма трудным п даже невозможным изолированное рассмотрение психических явлений, вне их связи с социальными, биологическими, физическими явлениями. Далее, наличие множественных внутренних связей и зависимостей в системе психических явлений весьма затрудняет их расчленение. Наконец, надо отметить трудности моделирования психических явлений. Это касается как естественного или натурного моделирования (когда в сравнительно-психологических исследованиях мы пытаемся заменить одну сверхсложную систему другой, часто не менее сложной), так и математического. Пока, к сожалению, мы еще не имеем достаточной теоретической базы для реализации методов моделирования психических явлений.

Отмеченные трудности методологического характера связаны с современным состоянием математики. Здесь следует отметить, что современная математика в сущности есть метод познания количественных (прежде всего пространственных) свойств и отношений предметов. Математика отвлекается от всех качественных свойств вещей и явлений.

Важнейшей особенностью математики является фундаментальная значимость в ней "идеальных" понятий (точка, прямая, плоскость, число, величина, элемент, множество и т. д.), позволяющих осуществлять аксиоматическое построение математических теорий, т. е. такое построение, в ходе которого из сравнительно небольшого числа первоначальных положений (аксиом) все доказуемые предложения получаются при помощи логического вывода, дедукции.

Развитие теории доказательств привело к появлению математической логики, а на ее основе - к формированию различных методов формального описания процессов и явлений. Однако для формальных описаний также необходимо предварительное введение "идеализированных" понятий.

Очевидно, применение математики требует разработки "идеализированных" понятий и в той конкретной науке, к которой она применяется. По-видимому, наиболее существенный прогресс в применении математических методов в психологии может быть достигнут тогда, когда математики и психологи найдут и четко определят набор специфических "идеализированных" психологических понятий. Сложившиеся в эмпирической психологии традиционные понятия оказались для такой "идеализации" недостаточно четкими и строго определенными. Сейчас в ходе развития исследований формируется новая аналитическая картина психологических явлений, складываются новые представления о'б их структуре и динамике, формируются новые понятия . Можно надеяться, что в этом процессе и возникнет та самая система понятий, которая позволит более эффективно применять математику.

Разумеется, введение и уточнение "идеализированных" понятий не разрешает всех вопросов и не превращает психологию в некоторую математическую дисциплину. Подобно тому, как широкое использование математики в физике не сделало эту науку "чисто формальной" (физика была и остается по преимуществу опытной наукой), так и использование математики в психологии не отменяет необходимости в экспериментальных исследованиях, в формировании специфических методов поиска новых научных знаний и их практического использования в педагогике, медицине, технике и т. п. Более того, применение математики требует развития психологических (прежде всего, экспериментально-психологических) исследований. Без "пищи", которую они дают, использование математических методов в психологии неизбежно превратится в пустую игру символами.

Вместе с тем следует отметить и недостаточную разработанность специального прикладного аппарата математики, который бы удовлетворял потребности психологии. До сих пор формирование этого аппарата было связано с обслуживанием потребностей технических и естественных наук (физики, химии, астрономии и т. п.) и лишь в последнее время математика начинает выходить в другие области знания.

Психологам еще предстоит поставить задачи перед математикой, а математикам еще предстоит развернуть поиск и разведку новых направлений и методов, адекватных психологической проблематике.

Существенное значение в этой связи имеет преодоление языкового барьера. В настоящее время, к сожалению, часто психологи не могут объяснить математикам смысл проблем, поставить задачу вполне корректно. Если же это и удается, математики, зачастую, не могут довести до психологов смысл полученных математических результатов.

Не менее важной методологически является и проблема моделирования в психологии. Более детально этот вопрос мы рассмотрим ниже. Здесь лишь заметим, что в последние годы в психологии наблюдается весьма интенсивное увлечение моделями. Однако при этом далеко мо ьсегда соблюдается необходимая строгость в подходе к моделированию психических явлений. Нередко имеет место прямое механическое заимствование методов и способов моделирования, сложившихся, например, в технике, и их использование без учета особенностей новой сферы приложения.

Указанные трудности приводят к замедленному (по сравнению с желаемым) проникновению математических методов в психологические исследования и к значительной неравномерности этого процесса в различных областях психологической науки. В целях дальнейшего развития как общей теории психологии, так и отдельных специализированных ее направлений (особенно математической психологии) необходима планомерная работа в области методологии применения математики в психологии. При этом необходимо учитывать, что главные затруднения связаны с недостаточной разработкой трех основных групп вопросов:

методологии применения математических методов в психологии;

терминологических вопросов, связанных с преодолением языкового барьера между математикой и психологией;

специального прикладного математического аппарата и путей его применения в психологии.

Наконец, достаточно важными являются организационно-научные вопросы, связанные с организацией исследований, созданием комплексных научных центров, подготовкой и обучением специальных научных кадров, расширением меж- и внутридисциплинарных научных контактов и связей и т. п. Правда, в последние годы в Советском Союзе и за рубежом делаются многочисленные попытки преодолеть указанные трудности. Речь идет о специальных комиссиях, секциях, симпозиумах и конференциях по вопросам, лежащим на границе психологии и техники проектирования систем, психологии и кибернетики, психологии и математики и т. д. Но этого, конечно, недостаточно. Несомненно, существенный прогресс в применении математики к психологии может быть достигнут только тогда, когда будут созданы необходимые научные кадры, достаточно глубоко разбирающиеся в психологии и на серьезном уровне владеющие современным математическим аппаратом.

. Психологические шкалы и психологические измерения

Проблема измерений в психологии весьма актуальна, но вместе с тем она требует, пожалуй, во много раз больших усилий для своего решения, чем в других науках. Действительно, если в области физического измерения можно применять довольно строгие правила, чтобы значения, приписываемые параметрам, обладали определенными алгебраическими свойствами, то в психологии (во всяком случае, при современном уровне знаний) далеко не всегда можно найти для всех алгебраических процедур такие экспериментальные операции, "которые будучи произведены на двух вещах, привели бы к такому эмпирическому результату, который можно было бы предвидеть на основании соответствующей арифметической операции, произведенной на двух числах, предписываемых этим вещам" [82].

Измерения могут быть трех видов: первичные (если они не основываются на каких-либо предварительных измерениях), производные и приборные. Под приборными измерениями понимаются числовые значения (первичные и производные), полученные при использовании допустимых инструментов.

Общая теория измерений (первичных, производных п приборных) предполагает решение двух основных проблем. Первая из них касается справедливости приписывания числовых значений объектам и явлениям; вторая - выяснения того, в каком смысле можно говорить об единственности этих значений [77].

Если воспользоваться понятиями изоморфности и гомоморфности, то первая основная проблема теории измерений состоит в следующем: требуется доказать, что любая эмпирическая система, рассматриваемая с целью измерения заданного свойства элементов области, изоморфна соответствующим образом выбранной числовой системе с некоторыми отношениями. Такая постановка предполагает преодоление ряда трудностей, связанных с тем, что числовая система с некоторыми отношениями не всегда может быть сведена к полю действительных чисел, и гомоморфизм систем не является гомоморфизмом эмпирической системы полю действительных чисел. Кроме того, не столь важно указать какую-нибудь числовую систему, изоморфную эмпирической; значительно важнее выбрать ее так, чтобы она содержала некоторые простые и понятные соотношения.

Вторая основная проблема (проблема единственности) может быть сформулирована следующим образом: требуется определить тип шкалы, при помощи которой производится измерение.

С математической точки зрения, выявление типа шкалы измерений определяет способ, позволяющий перейти от одной числовой системы к другой, если они включают одни и те же отношения и гомоморфны одной и той же эмпирической системе.

Формальное определение шкал достаточно ясно изложено в упомянутой выше работе П. Суппеса и Дж. Зи-неса. Поэтому, не останавливаясь на нем, отметим только, что понятия шкалы и числового представления различны: "Числовое представление - это функция, гомоморфно отражающая эмпирическую систему на числовую, шкала - это кортеж длиной три, один из элементов которого есть числовое представление" [77].

Нельзя установить тип шкалы и выяснить вопрос единственности, если известно только числовое представление, но, зная шкалу, мы можем делать выводы о свойствах единственности приписывания числовых значений.

С. С. Стивенсом в 1951 г. были предложены четыре шкалы: наименований, порядка, интервалов и отношений. Эти шкалы определяют четыре уровня (от самых слабых и общих до самых сильных и специфических), на которых устанавливается "двойное - психологическое и числовое - чтение одной и той же формальной системы отношений" [75].

При использовании шкалы наименований экспериментатор должен расклассифицировать свои данные, т.е. установить "отношение равномерности", позволяющее ему распределить полученные данные в определенное число "дизъюнктивных" классов: каждый результат должен найти свое место в одном и только одном классе. Шкалы наименований часто применяются, например, для количественного анализа словесных отчетов испытуемых (бесед между экспериментатором и испытуемым). Элементом, подлежащим классификации, может быть фрагмент речи одного индивида, заключенный между высказываниями другого, либо высказывание экспериментатора, сопровождаемое ответом испытуемого.

Числа, применяемые для обозначения классов, обладают только одним свойством - быть отличными друг от друга. Все виды числовой обработки, основанные на шкалах наименований, касаются упорядоченных в каждом классе чисел наблюдений или их состава. Методы, применяемые в ходе такой обработки, есть ничто иное, как "статистика качественных признаков" (Юл и Кендал).

Измерения, производимые при помощи шкал порядка, обладают свойствами шкалы наименований, но сверх того позволяют устанавливать отношение равенства между вещами и отношение порядка (последовательности). Примерами здесь могут служить величины ощущений или сенсомоторных реакций, а также результаты тестовых испытаний.

Свойствами чисел, предписываемых шкалами порядка, являются такие, которые остаются неизменными при замене этих чисел другими, упорядоченными, как и первые (монотонное преобразование).

Для построения шкалы интервалов необходимо, чтобы была найдена такая экспериментальная операция, которая позволила бы определить то, что имеют в виду, когда говорят, что разность между двумя фактами равна разности между двумя другими фактами. Тогда можно будет приписывать числа таким образом, что двум экспериментально равным различиям будут соответствовать два равных числовых значения [82]. Примерами здесь могут служить исследования интериндивидуальных различий в ощущениях, и т. д. Свойства чисел, приписываемых по шкале интервалов, таковы, что они сохраняются неизменными после линейного преобразования.

Шкала отношений применяется тогда, когда экспериментально определяется, что отношение между двумя какими-нибудь значениями равно отношению между двумя другими значениями. Подобные психологические измерения обладают всеми свойствами самых "сильных" физических измерений, таких, как измерение длины или массы. Все арифметические операции имеют смысл применительно к таким числам.

В некоторых случаях перечисленные шкалы являются лишь первым этапом процесса измерения. Например, если мы располагаем для каждого испытуемого тестовой отметкой и оценкой школьной или профессиональной успеваемости, то можно построить производную шкалу "прогноз", назначение которой "состоит в том, что она позволяет приписывать каждому испытуемому популяции, откуда извлечена эта группа, число, которое, будучи функцией отметки в тесте, является наиболее вероятной школьной или профессиональной оценкой этого испытуемого" [82].

Мощным аппаратом является факторный анализ, позволяющий получить производные шкалы, отметку в виде фактора, на основе нескольких первичных шкал.

Хотя в настоящее время измерения стали весьма распространенными и в психологических исследованиях, само содержание понятия измерения остается все еще весьма слабо разработанным. Иногда в психологических исследованиях недостаточно ясно определяется, какие величины (или точнее - характеристики) подвергаются измерению. Недостаточно также разработаны статистические вопросы, связанные с практическим применением шкал.

. Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных

Проблема методов исследования занимает в психологии исключительно важное место. Условно их можно разделить на экспериментальные и неэкспериментальные.

Вся система неэкспериментальных методов направлена непосредственно па сбор, регистрацию, "фотографию" некоторого первичного материала через наблюдение, опрос, тесты и т. п. При помощи этих методов добывается эмпирический материал.

Экспериментальные методы подразумевают исследовательскую процедуру, осуществляемую при контролируемых исследователем условиях. Так, характеризуя эксперимент как метод исследования, А. Чапанис писал: "Существенным требованием к эксперименту является строгое выделение одного исследуемого фактора или его вариаций и регистрация тех изменений, которые связаны с действием этого фактора, и на этой основе извлекаются начальные данные". Нужно отметить, что в психологии соблюдение этого требования - дело чрезвычайно трудное. Однако современные методы планирования эксперимента позволяют добиваться расчленения ряда факторов и изолированного рассмотрения каждого из них.

Абстрактно оценивать научную ценность того или иного метода нельзя. Для психологии особенно справедлива мысль, что нет плохого или хорошего метода, есть адекватное или неадекватное его применение.

Обработка эмпирического материала составляет второй этап исследования. Здесь широко применяются методы математической статистики [7, 37, 64, 92 и др.]. В связи с комплексным характером зависимостей в психологии используется ряд методов и статистических приемов, направленных на анализ сложных многофакторных структур. Среди них следует отметить вариационный и факторный анализ. Вариационный анализ связан с оценкой влияния целого ряда факторов (независимых переменных). Этот метод применяется почти во всех областях экспериментальной психологии.

Факторный анализ состоит не в установлении зависимости между переменными, а в общем определении составных частей факторной структуры сложного явления.

Нужно отметить, что применение методов факторного анализа получило достаточно широкое распространение в психологических исследованиях сравнительно недавно [79, 48]. Эти методы применяются при изучении типологических особенностей высшей нервной деятельности человека, в исследованиях структуры интеллекта, личности, в социальной психологии и др. Развитие электронно-вычислительной техники позволило пересмотреть точку зрения на применение факторного анализа для исследования сложных многофакторных процессов методом главных компонент. При использовании вычислительных машин этот метод предпочтительнее других способов решения факторизационной задачи.

Но наряду с распространением методов математической статистики в обработке результатов экспериментов, эти методы все еще недостаточно применяются в организации и планировании эксперимента. Между тем сейчас на первый план выдвигается проблема организации, постановки и проведения эксперимента. Более сложная и широкая по масштабам организация психологических исследований становится все более необходимой как в теоретическом, так и в практическом плане. В этой связи все большее значение для психологии приобретает математическая теория эксперимента. Идеи этой дисциплины внедряются в настоящее время во многих областях науки и техники, но они все еще не нашли отражения в психологических исследованиях. Остановимся кратко на том, что дает применение этих методов [47, 57 и др.].

В любой экспериментальной работе исследователю приходится иметь дело не только с основным интересующим его фактором, но также со множеством других мешающих ему влияний и воздействий. Если прежде большие усилия затрачивались на стабилизацию этих неучитываемых факторов, или на них вообще не обращалось внимания, то теперь использование специальных методов позволяет получить результат с учетом их.

Планирование эксперимента задает четкую логическую схему для всех операций при постановке эксперимента. Исследователь здесь хорошо знает, что и как надо делать и как надо интерпретировать результаты наблюдений.

Применение математической теории эксперимента открывает широкие перспективы улучшения организации и планирования экспериментов, резкого повышения эффективности научных исследований. Важнейшей задачей психологии является овладение этой теорией и ее использование при организации как отдельных исследований, так и их циклов.

4. Математическое моделирование

В настоящее время все более широкое применение в психологических исследованиях получает построение математических моделей. Достаточно сказать, что уже в 1965 г. в США было издано фундаментальное трехтомное "Руководство по математической психологии" [92], в котором значительное внимание уделено именно проблеме моделирования. Число работ в этой области достигает сейчас внушительных размеров. Несомненно, использование математического моделирования в психологии имеет большое значение для ее развития. Как уже отмечалось, использование математических методов в психологии осуществляется в разных формах: при статистической обработке результатов наблюдений; при отыскании уравнений, которые описывают соотношение между переменными, изучаемыми в эксперименте, и, наконец, при создании и испытании математических моделей.

Вторая из указанных форм является как бы итогом обработки результатов эксперимента. Однако часто бывает так, что полученная таких образом эмпирическая зависимость выдается за математическую модель исследуемого психологического явления. Это, конечно, неточно Если статистические методы используются нами для подытоживания данных эксперимента и проверки статистических гипотез, то математическая модель относится к более абстрактному уровню анализа. Модель превосходит описательную систему тем, что она может служить инструментом для предсказания до сих пор не наблюдавшихся событий, и в этом, пожалуй, ее главная ценность. Моделирование в самой общей форме [56] может быть охарактеризовано как опосредствованное теоретическое и эмпирическое исследование объекта, при котором изучается не сам объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система: а) находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, отражающая определенные его свойства; б) способная замещать объект в определенных отношениях; в) дающая при ее исследовании информацию о самом моделируемом объекте. В математических моделях такой вспомогательной системой часто служат знаковые модели, которые построены с помощью логико-математического языка и функционируют по законам этого языка. Часто знаковые модели используются в качестве программ для вычислительных машин, решающих ту или иную исследовательскую задачу. Математические модели применяются для исследования широкого круга психических процессов: восприятия, решения задач, обучения и др. При этом круг вопросов быстро расширяется и в ряде областей имеются обнадеживающие результаты (При построении моделей используются различные математические аппараты: теория вероятностей, теория информации, теория алгоритмов, теория конечных автоматов и т. д). Можно ожидать, что использование методов математического моделирования в психологии позволит более четко и однозначно определить процессы восприятия, памяти, мышления, творчества, игры, обучения и т. д. Однако здесь следует указать не неразрешенность основного методологического вопроса - вопроса о соотношении объекта и модели в психологии. Что, собственно, может быть здесь моделируемым объектом? Специфика психических явлений состоит в том, что они представляют собой различные формы субъективного отражения предметов и явлений объективной действительности: основная функция психического - регуляция поведения и деятельности. Сама природа психики такова, что в процессе ее исследования мы сталкиваемся с необходимостью рассмотрения разнопорядковых отношений. При этом выявляются отношения отражения к отражаемому (психическое рассматривается как образ), отношение отражения к его носителю (психическое рассматривается как функция мозга), отношение отражения к поведению (психическое рассматривается как регулятор поведения). Все эти отношения реализуются в едином процессе (психическое рассматривается как процесс), динамика которого зависит от конкретных условий его протекания. Важно также подчеркнуть, что психическое не представляет собой замкнутой системы, существующей изолированно от других систем материального мира (физической, брюлогической, социальной). Все это создает, конечно, большие трудности на пути применения методов математического моделирования.

Когда речь идет о математических моделях в психологии, нужно иметь в виду, что в таких моделях берется лишь какой-то один определенный аспект рассмотрения тех явлений, процессов и т. д., которые изучаются психологией. Моделей, которые охватывают всю систему психических явлений, пока нет, да и вряд ли они появятся в ближайшем будущем. Впрочем, любая модель берет лишь какой-то аспект моделируемых явлений, не претендуя на их исчерпывающее отображение. В психологии более всего разрабатываются математические модели поведения, частично - процессов общения и деятельности; разрабатываются также модели нейрофизиологических основ психики (например, модели функциональных систем). Наибольшие трудности возникают при попытках моделирования самого процесса психического отражения, в особенности отношения субъективного образа к объекту. Трудным пунктом здесь является вопрос о том, в какой мере модель психического отражения (например, перцептивного образа) должна учитывать свойства отражаемого объекта. Когда речь заходит о модели образа, то здесь возможна подмена модели образа моделью его объекта. Иногда самый психический образ рассматривается как модель объекта. Одни авторы считают правомерным, анализируя процесс психического отражения, устанавливать отношения соответствия (в частности, гомоморфизма, изоморфизма, изофункционализма и т. д.) между образом и отображенным в нем объектом. Другие считают, что логико-математические отношения соответствия (изоморфизма и т. п.) могут служить некоторой частной основой моделирования в области физики, в математических и технических пауках, но не в психологии. Вопрос этот до сих пор остается предметом острых дискуссий. В ходе этих дискуссий отмечается необходимость разработки математических средств в самой психологии, для психологии и при помощи психологии. Вряд ли против необходимости разработки специального математического аппарата для психологии можно возражать. Однако, к сожалению, пути разработки такого аппарата пока еще не ясны. И вряд ли их поиски могут вестись вне и помимо использования существующего математического аппарата. История науки показывает, что ничто из накопленного, проверенного на опыте не отменяется с появлением более мощных методов. Новые, более мощные методы вырастают на основе уже разработанных путем создания новых обобщающих концепций. В связи с этим задача заключается не в том, чтобы отрицать возможность применять существующие методы, а, напротив, в том, чтобы еще более широко и решительно, но и вместе с тем адекватно использовать существующий потенциал математики. Только тогда, в процессе такого настойчивого применения будут вскрыты действительные, а не мнимые ограничения математических теорий, и только в этих попытках возможно рождение открытий в области математики, которые позволят ей решать задачи, выдвигаемые психологией. Иногда высказываются сомнения в возможности воспроизведения какой-либо из сторон психической деятельности в информационно-логических машинах. Как аргумент выдвигается положение о том, что психические процессы - идеальные, а машинные - материальные. Однако признание материальности мира исключает мысль о существовании каких-либо явлений и процессов вне материи. Говорить об идеальности (в смысле "нематериалыюсти") можно лишь в гносеологическом плане. Нельзя, конечно, отрицать, что материя имеет ряд свойств, которые при их искусственном выделении и абстрактном рассмотрении могут быть в известной степени противопоставлены широко распространенному пониманию термина "материальный". Одним из таких свойств является свойство материи содержать информацию (т. е. быть определенным образом организованной). Психические явления реализуются в материальных процессах (системно-мозговых, поведенческих). В определенном плане они могут рассматриваться как информационные процессы. Именно этот план и открывает возможности их моделирования. Несовершенство существующих технических и математических методов моделирования не должно смущать. Внимательному взору в электронной вычислительной технике открываются аналогии (пока еще очень грубые и несовершенные) тем операциям, которые выполняет человек в процессе переработки информации. Главным содержанием функционирования электронной вычислительной машины является оперирование кодами обрабатываемой информации в соответствии с определенной программой. Поэтому вопрос о возможности моделирования тех или иных сторон, например, мыслительной деятельности человека - это вопрос о возможности разработки программ, основанных на понимании закономерностей этой деятельности. Если удастся создать такую программу, то это еще не означает превращения процессов, протекающих в машине в мыслительную деятельность в подлинном значении этого слова, т. е. превращения машины в мыслящую. Программа может служить лишь моделью (в каком-то определенном отношении) реального процесса. Но такая модель может многое дать для понимания того, что в ней моделируется.

. Информация и психические процессы

Понятие информации стало одним из узловых междисциплинарных понятий. Оно одинаково привычно для представителей целого ряда наук, и довольно широко используется в психологии. Начальный период применения понятия "информации" в психологических исследованиях отождествляется с возникновением и распространением кибернетики, основным положением которой является утверждение о том, что управление в автоматических системах и живом организме подчиняется одним и тем же принципам и что фундаментальное значение в управлении имеют процессы циркуляции и преобразования информации. Методы существующей теории информации нашли большое распространение в исследованиях процессов обнаружения, различения и опознания человеком сигналов, переработки им информации в ситуации выбора, решения некоторых задач, деятельности операторов в системах "человек - машина" и т. д. Применение этих методов дало некоторые полезные результаты, и тем самым позволило углубить наши знания. Даже в том случае, когда с помощью теории информации и не удавалось получить количественные оценки того или иного процесса, все же попытки не были безрезультатными, так как они порождали новые идеи. Некоторые успехи применения теории информации в психологических исследованиях привели к чрезмерному, иногда неправомерному использованию количественных мер, что вызвало скептическое отношение к возможностям этой теории. Теория информации возникла как статистическая теория связи, использующая теоретико-вероятностные представления. В ней ставилась задача количественного измерения сообщений, передаваемых по каналу связи, и был формализован лишь тот аспект понятия информации, который характеризуется снятой неопределенностью. Это условие является необходимым для определения области использования количественных мер информации. Ошибки чаще всего возникают тогда, когда нарушаются границы применимости теории. Знание этих границ не менее важно, чем знание ее основных теорий и понятий. Сейчас особенно остро стоит вопрос о расширении этих границ, о разработке новых методов теории информации (в том числе для психологических исследований). Как показали работы, степень важности, значимости информации для человека влияет на весь процесс ее восприятия и переработки. Учет таких специфически человеческих особенностей переработки информации может привести к уточнению тех моделей информационных процессов, которые опираются на современную теорию информации, а следовательно, и к развитию самой теории. Для психологии важна также разработка методов, определяющих связь времени с информацией. Известно, что со временем происходит старение информации , потеря или увеличение ее значимости. Разработка таких методов особенно важна для исследования мнемических процессов. Актуальными остаются вопросы о том, в какой степени физические свойства знаков влияют на их информативность, как определить количественно смысл слов (и знаков). Наиболее общее понятие информации рядом ученых определяется как отраженное разнообразие . Оно рассматривается как в количественном, так и в качественном аспектах. Если для анализа первого аспекта имеются математические методы оценки объема информации, то для второго делаются еще только первые шаги. Качественный аспект понятия информации предполагает рассмотрение по крайней мере семантического (смыслового) и прагматического (ценностного) свойств информации. Имеются попытки формализации семантических характеристик информации. Перспективным направлением формализации смысловой информации является построение так называемого смыслового пространства, в котором определенному смыслу отвечает точка пространства. Несколько больше работ, в которых определяется ценность информации. Однако этих работ еще недостаточно для создания сколько-нибудь полной теории ценности информации. Наибольшее значение для разработки такой теории имеют следующие вопросы:

а) количественная оценка качественных характеристик информации и ее связь со статистической мерой информации;

б) связь физических свойств знаков с их информативностью;

в) информативность временных интервалов.

. Математические методы в проектировании деятельности человека

Трудно, вероятно, назвать область психологической науки, в которой так или иначе не ставилась бы проблема деятельности. Однако методы ее анализа и способы строгого описания разработаны еще недостаточно. В последнее время в психологии поставлена также задача разработки психологических методов проектирования деятельности. Впервые она была сформулирована в инженерной психологии. Однако значение этой задачи выходит за пределы только инженерной психологии. Она не менее важна для психологии труда, психологии управления, педагогической психологии и некоторых других областей. Пожалуй, исследование деятельности в инженерной психологии наиболее математизировано. Однако это можно сказать лишь относительно анализа деятельности человека, но не о ее проектировании, не о синтезе. В чисто проективном аспекте число работ, основывающихся на действительно серьезной математической базе, еще весьма невелико. Основными широко используемыми являются методы, основанные на теории алгоритмов и математической логике, теории информации теории статистических решений . Для простейших процессов взаимодействия человека с машиной делаются попытки использовать методы линейной и нелинейной теории автоматического регулирования. Значительно более широкий круг работ посвящен проблемам оценки надежности и эффективности системы "человек - машина", методам анализа процессов информационного взаимодействия человека и техники, определения психофизических характеристик человека, формулировки требований к сопряженным с человеком техническим устройствам и др. Следует заметить, что изучением деятельности человека-оператора, разумеется, не ограничивается круг исследований в сфере анализа и методов оценок психофизиологических проблем, относящихся к системам "человек - машина". Он несомненно более широк. При разработке этих проблем используется более разнообразный математический аппарат. Здесь развиваются методы, основывающиеся па структурном анализе, теории информации, теории статистических решений, теории массового обслуживания, теории надежности и т. д. Нетрудно заметить, что большинство исследователей отдают предпочтение различного рода статистическим методам и формальным языкам. Это не случайно: упомянутые аппараты являются одними из наиболее мощных в существующей математике. Однако такой современный и весьма перспективный аппарат, как теория графов, используется еще весьма мало и, если применяется, то лишь на весьма элементарном уровне. Представляется, что слабое использование различных методов теории графов, а также топологии может быть объяснено не столько неясностью путей применения, сколько слабым знанием возможностей указанных аппаратов. В то же время надо отметить, что теория графов может быть весьма полезна при описании процесса решения задач, а топология - при изучении одного из кардинальных вопросов психологии - проблемы формирования образов. Существенные трудности проектирования деятельности человека-оператора, на наш взгляд, связаны со слабой разработкой классификации систем "человек - машина". Это затрудняет корректную постановку проблем, выяснение четких границ и возможностей развиваемых методов. Детальная и достаточно полная классификация систем "человек - машина" должна быть, по-видимому, столь же обширной, как и то многообразие технических средств и систем, с которыми вступает во взаимодействие человек в процессе деятельности. По этой причине здесь можно лишь высказать некоторые соображения об общих принципах классификации. Прежде всего следует отметить, что в силу разнородности компонентов, составляющих системы "человек - машина", их сложной и многообразной функциональной связанности, принципиально невозможна одноплановая классификация такого рода систем на основе некоторого дерева признаков одной природы. Основой классификации систем "человек - машина" могут являться следующие четыре группы признаков: целевое назначение системы, характеристики человеческого звена, тип и структура второго компонента (машинного звена), тип взаимодействия компонентов системы. Целевое назначение системы оказывает определяющее влияние на многие ее характеристики и поэтому является исходным признаком.

По своему целевому назначению можно выделить следующие классы систем:

а) управляющие, в которых основной задачей человека является управление машиной (или комплексом);

б) обслуживающие, в которых задачей человека являются контроль состояния машинной системы, поиск неисправностей, наладка, настройка, ремонт и т. д.;

в) обучающие, служащие для выработки у человека определенных навыков (технические средства обучения, тренажеры и т. п.);

г) информационные, обеспечивающие поиск, накопление или получение необходимой для человека информации (радиолокационные системы, документальные системы, проводная связь и радиосвязь, телевизионные системы и т. п.);

д) исследовательские, используемые при анализе тех или иных явлений, поиске новой информации, новых знаний (моделирующие установки, макеты, научно-исследовательские приборы и установки);

Особенность первых двух типов систем заключается в том, что в них объектом целенаправленных воздействий является машинный компонент системы. В обучающих и информационных системах "человек - машина" направление воздействий противоположное на человека. Что касается исследовательской системы, то здесь воздействия имеют и ту, и другую направленность.

По второму признаку можно выделить два класса;

а) моносистемы, в состав которых входит один человек и одно или несколько технических устройств;

б) полисистемы, в состав которых входит некоторый коллектив людей и одновременно взаимодействующий с ним комплекс технических устройств (может быть и одно устройство).

В свою очередь полисистемы можно подразделить на "паритетные" и иерархические. В первом случае в процессе взаимодействия людей с машинными компонентами не устанавливается какая-либо подчиненность и приоритетность отдельных членов коллектива; во втором - устанавливается или организационная, или приоритетная иерархия. Примерами "паритетных" полисистем, с достаточной определенностью показывающими смысл, вкладываемый в данное понятие, может служить система "коллектив людей - устройства обеспечения обитаемости" (например, системы жизнеобеспечения коллективного пользования на космическом корабле или на подводной лодке). Другой пример: система индикации с большим экраном, предназначаемая для использования большим коллективом людей. По типу и структуре машинного компонента можно выделить инструментальные системы "человек - машина", в состав которых в качестве второго компонента входят инструменты и приборы. Отличительной особенностью этих систем, как правило, является требование высокой точности выполняемых человеком операций. Другой тип систем - простейшие человеко-машинные системы - включает стационарное и нестационарное техническое устройство (различного рода преобразователи энергии) и человека, использующего это устройство. Здесь требования к человеку существенно различаются в зависимости от типа устройства, его целевого назначения и условий применения. Однако их основной особенностью является сравнительная простота функций человека. Следующим важным типом систем "человек - машина" являются сложные человеко-машинные системы, включающие, помимо использующего их человека, некоторую совокупность технологически связанных, но различных по своему функциональному назначению аппаратов, устройств и машин, предназначенных для производства определенного продукта (энергетическая установка, прокатный стан, автоматическая станочная линия, вычислительные комплексы и т. п.). В этих системах, как правило, связанность технологического процесса обеспечивается локальными системами автоматического управления. В задачу человека входит: общий контроль за его ходом, изменение режимов, оптимизация процессов, настройка, пуск и остановка. Еще более сложными человеко-машинными системами являются системотехнические комплексы. Здесь мы имеем сложную техническую систему с неполностью детерминированными связями и коллектив людей, участвующих в ее использовании. В системах такого рода, помимо цепи взаимодействий "человек - машина", возникают цепи типа "человек - человек - машины". При всей сложности системотехнических комплексов их в большинстве случаев можно представить в виде иерархии простейших и сложных человеко-машинных систем. Судно, воздушный лайнер, современное предприятие, вычислительный центр, оптовый склад, транспортная система, система связи - типичные примеры системотехнических комплексов разного уровня и различного назначения. Системотехническими комплексами исчерпывается классификация человеко-машинных систем по третьему признаку, связанному с типом и структурой технического компонента. Тип взаимодействия компонентов в системе "человек - машина" определяется степенью непрерывности взаимодействия. По степени непрерывности различают: системы непрерывного взаимодействия (например, "шофер - автомашина") и системы эпизодического взаимодействия. Последние, в свою очередь, подразделяются на системы регулярного и стохастического взаимодействия. Примером системы регулярного эпизодического взаимодействия может служить система "оператор - электронно-вычислительная машина". Здесь ввод информации и получение результатов определяется характером решающих задач, т. е. режимы взаимодействия во времени регламентируются характером и объемом вычислений. Стохастическое эпизодическое взаимодействие имеет место в таких системах, как "оператор - система централизованного контроля", "наладчик-станок" и т. п. Важными признаками при оценки типа взаимодействия являются также способ представления информации человеку и его ответные действия. Заканчивая изложение основных принципов классификации, следует еще раз подчеркнуть чрезвычайное многообразие систем "человек - машина". Это обстоятельство не позволяет полагать, что изложенные принципы абсолютны и не будут в какой-то мере откорректированы дальнейшим развитием теории. Здесь представляется весьма полезным создание достаточно полного классификатора систем "человек - машина", что позволило бы более четко систематизировать обширные данные по их характеристикам, определить и уточнить области применения отдельных теоретических и экспериментальных результатов инженерно-психологических исследований. Анализ опубликованных до настоящего времени работ показывает, что основная масса исследований концентрируется пока вокруг проблем взаимодействия оператора с техническими средствами в простейших системах "человек - машина". Лишь в последнее время появляются работы по проблемам системотехнических комплексов. Однако исследованию роли человека и коллективов людей в автоматизированных системах управления посвящено чрезвычайно ограниченное число работ. Представляется крайне важным в ближайшее время расширить объем исследований и повысить интенсивность работ в данном направлении. Деятельность человека-оператора вряд ли может быть адекватно описана безотносительно к типу той системы, в которую он включен. Вопросы как анализа, так и синтеза (проектирования) деятельности человека, по-видимому, должны решаться не абстрактно, а применительно к типу системы. Несомненно в разных случаях должны использоваться и разные математические методы.

. Системный анализ в психологии

В настоящее время все большее распространение получает так называемый системный метод или системный подход к анализу чрезвычайно широкого класса объектов, начиная от формальных структур, разрабатываемых в математике, и кончая социальными явлениями и процессами. Не останавливаясь на детальной характеристике системного метода (последнее можно найти в), отметим лишь основные, на наш взгляд, его черты. Системный подход, в сущности, есть конкретно-практическая реализация диалектико-материалистических принципов в процессе изучения явлений и объектов материального мира. Существенный вклад в развитие и становление системных методов принадлежит классикам марксизма-ленинизма. Созданная К. Марксом в "Капитале" и "К критике политической экономии" теория капиталистического способа производства одновременно представляет собой детальную разработку методологических принципов исследования системных явлений [38J. Богатый методологический материал по теории исследования систем содержится в работах Ф. Энгельса "Анти-Дюринг", "Диалектика природы", В. И. Ленина "Материализм и эмпириокритицизм" и др. Можно указать два основных требования к исследованиям, вытекающих из системного подхода:

а) использование таких методов и такого формального аппарата, которые не игнорируют всей сложности, присущей рассматриваемой системе: взаимосвязи между большим числом факторов, определяющих ее поведение; неопределенности поведения системы в целом и составляющих ее частей; развития системы, обусловленного изменением свойств составных частей и условий существования системы и т. п.;

б) использование специальных методов упрощения, позволяющих создать обозримую модель системы без потери основных ее свойств.

Основными понятиями для данного направления являются: "система", "свойство", "отношение", "связь", "подсистема", "элемент", "окружающая среда", "часть", "целое", "целостность", "структура", "функция", "организация" и т. д. Основные трудности в конструктивном использовании системного подхода сводятся, в основном, к следующим: Во-первых, отсутствуют сколько-нибудь достаточные формализованные определения перечисленных выше понятий, что приводит, естественно, к неоднозначному их толкованию и затрудняет построение формального аппарата. Во-вторых, в настоящее время математика не располагает аппаратом, адекватным организованной сложности, каковой в сущности обладает большинство современных технических систем. Вероятностные методы, по меткому определению У. Уивера, адекватны беспорядочной сложности (миру классической статистической физики) и в силу этого чаще всего не могут с необходимой эффективностью использоваться при анализе, а тем более синтезе сложных систем. Естественно, что трудности развития теории систем, системных методов сказываются на возможностях их использования в психологии.

Можно лишь в самых общих чертах охарактеризовать некоторые общие принципы системного подхода к изучению, например, систем "человек - машина". Суть их сводится к следующему:

. Возможно более полное и точное определение назначения системы и ее цели, что требует анализа:

а) состава и значимости целей;

б) подцелей и задач;

в) их осуществимости и требуемых для этого средств (ресурсов);

г) показателей эффективности и целевой функции.

. Исследование структуры системы, а именно:

а) состава входящих в нее компонентов;

б) характера межкомпонентных связей и связей системы с внешней средой;

в) пространственно-временной организации компонентов системы и их связей;

г) границ системы;

д) ее изменчивости и особенностей на различных стадиях существования.

. Последовательное изучение характера функционирования системы:

а) всей системы в целом;

б) отдельных подсистем в пределах целого;

в) изменчивости функций и их особенностей на разных стадиях существования системы.

. Рассмотрение системы в динамике, в развитии:

а) на стадии формирования;

б) на стадии развития;

в) на стадии разрушения.

К сожалению, пока еще такие математические методы, которые позволили бы осуществлять исследования сложных систем с учетом всех перечисленных моментов, еще не разработаны, хотя некоторые подходы к ним уже намечаются. Нужно отметить, что в психологии необходимость применения системных методов исследования более или менее отчетливо понимается уже давно. Это отмечалось еще B. Вундтом, Г. Эббингаузом и др. Большое значение для развития системного подхода имеют труды советских психологов и нейрофизиологов Б. Г. Ананьева, П. К. Анохина, Л. С. Выготского, А. Н. Леонтьева, А. Р. Лурии, C. Л. Рубинштейна и др. Мы хотели бы подчеркнуть, что важнейшим условием реализации принципов системного подхода в психологии является использование разрабатываемых в настоящее время математических методов, направленных на исследование и описание сложных систем.

. Применение математических методов в психологии

Применение вероятностных методов в психологии

Применение вероятностных методов в различных областях психологии является очень широким и распространенным. Приведем лишь несколько примеров.

Чаще всего психология имеет дело со случайными величинами. Психические явления имеет дело со случайными величинами. Психические явления следуют считать случайными. Вероятность, случайная или закономерная изменчивость - наиболее часто встречающиеся в психологических явлениях категории. Большинство психических процессов случайны, поскольку непредсказуемо изменчивы, вариативны и многообразны из-за сочетания многочисленных внутренних и внешних причин и обстоятельств. Любая прогнозная модель в психологии прогнозирования является моделью случайного процесса как случайной функции, аргументом которой является время.

В психологии труда используется оценка времени реакции водителей. Время реакции человека является случайной величиной, которая характеризуется двумя параметрами: математическим ожиданием и дисперсией. Для того, чтобы установить факт влияния на время реакции, например, такого фактора, как утомление, нужно сравнить два условных распределения - до утомления водителя и после утомления (состояние человека отдохнувшего и уставшего).

При верификации гипотез составляются матрицы условных распределений и тех ошибок, которые совершает испытуемый. При этом используются априорные вероятности гипотез, которые апостеории уточняются с помощью формул Байеса.

В математической статистике существуют критерии, с помощью которых на основе сравнения дисперсий двух распределений можно сделать выводы об истинности или ложности психологических гипотез. Это F- критерии для сравнения двух дисперсий и G- критерии Кохана для сравнения нескольких дисперсий.

Использование математического анализа в психологии

Понятие функции и производное от него понятие функциональной схемы и функционирования тех или иных психических процессов, психики в целом, широко применяется в психологии. Для описания различных психических процессов необходимы многие элементарные функции - от константы до экспоненциальной и гиперболической функции. К числу психологических констант можно отнести время, затраченное человеком на выполнение элементарной арифметической операции(сложение, вычитание, деление в пределах одного десятичного разряда, а также перенос из разряда в разряд), - в уме без записи или с записью результата.

Линейная функция широко применяется для построения психометрических шкал. Например, как было показано В.И.Николаевым, латентное время реакции испытуемого зависит от количества информации, перерабатываемой испытуемым в эксперименте.

Показательная функция использовалась И.Ф. Гербартом для описания временной динамики представлений. Экспоненциальная функция применяется также для описания законов вероятностных распределений и эмпирических зависимостей в психологии. Любая прогнозная модель в психологическом прогнозировании является моделью случайного процесса как случайной функции, аргументом которой служит время.

Применение элементов линейной алгебры в психологии

Матрицы являются незаменимым средством описания многомерных объектов. Многомерную матрицу легко изобразить на плоскости как в целом, так и по частям. Этим обеспечивается своеобразная «символистическая» наглядность матричных описаний в психологии.

Например, для психодиагностики социальных общностей малого объема (из нескольких человек) - так называемых «малых групп», социопсихолог Дж. Морено предложил использовать социоматрицы и социограммы, являющиеся элементами метода социометрии [2, с. 203].

Социоматрица - это квадратная помеченная матрица, в строках и столбцах которой обозначены члены группы, а элементами матрицы являются условно обозначенные отношения влечения либо отвращения. По преобладанию определенных элементов в матрице можно количественно определить степень эмоциональной связности, разобщенности или даже враждебности между членами одной или нескольких групп, выделить лидеров и отверженных, друзей и врагов, недругов. Для наглядного представления служат социограммы - графы, эквивалентные социоматрицам.

Элементы теории множества в анализе психологических явлений

Применение в психологии теорий множеств связано, во-первых, с психологическими, а, во-вторых, с математическими интерпретациями психологических явлений.

В оценках общественного мнения часто присутствуют три множества: множество S социальных общностей, мнения которых сравниваются между собой; множество М вопросов, на которые должны ответить члены этих общностей; множество К мнений по каждому из вопросов.

Психологическая интерпритация различных явлений необходима в связи с тем, что психика человека определяется многокачественностью жизни, множеством многозначных внешних и внутренних отношений, в которых существует психика. Структура психики является многоуровневой, многоаспектной, а ее проявления в процессе развития и функционирования вариативными и изменчивыми. Эта множественность убеждает в том, что понятие о множестве, мыслимом в виде единого целого, является одним из фундаментальных понятий психологии. Психические образования, такие как личность, индивидуальность, характер, интеллект, психическая норма, отклонения от нормы, проявляют себя множествами психических явлений и поведенческих качеств во множествах ситуаций. Здесь психологи имеют дело с множествами множеств, которые могут быть разбиты на более простые.

Все психические проявления могут и должны исследоваться сначала в качественном, а затем и в количественном отношении. Количественное выражение психологических исследований - это множества числовых данных. Путем сопоставления этих данных с различными исходными множествами дает возможность получить различные интерпретации исследуемых явлений, среди которых можно выделить подмножества авдекватных и неадекватных интерпретаций. Адекватные интерпритации или гипотезы принимаются, неадекватные отбрасываются, малоадекватные корректируются. Таким образом математическая обработка психологических данных позволяет делать выводы в психологических исследованиях.

Заключение

В данной статье мы имели возможность высказать лишь некоторые очень общие соображения о направлениях использования математики в психологии. По существу она имеет лишь постановочный характер. Перечисленные в ней проблемы начинают выделяться как самостоятельная область исследования, образуя предмет математической психологии. Как уже отмечалось, разработка намеченных выше направлений осуществляется неравномерно. Это определяется, во-первых, недостаточным развитием самих математических методов (прежде всего тех, которые были бы адекватны объекту психологического исследования); во-вторых, слабой разработанностью путей применения существующих математических методов в психологии; в-третьих, недостатками организации психологических исследований и уровня подготовки психологов в области математики. В связи с развитием психологии и все более широким применением математики в психологических исследованиях, возникает необходимость разработки ряда вопросов, относящихся к теории информации (разработка методов количественной оценки значимости и ценности информации, определение связи физических свойств знаков с их информативностью, а также способов описания динамики информации во времени), теории систем (разработка эффективных методов упрощения сложных систем, описания динамических структур, определение связи структурных и функциональных свойств систем и др.), кибернетике (определение реально возможной полноты моделирования сложных систем, развитие методов моделирования биологических и социальных систем и др.). Тесные деловые контакты психологии с науками физико-математического и технического циклов являются одним из важных условий ее дальнейшего развития.

Используемая литература

<http://psychologylib.ru> (18.38);

Онискевич Т.С. «Лекция по основам высшей математики. Экспресс курс для студентов психологов» БрГУ им. Пушкина 2010;

<http://psychologylib.ru> (14.50);

Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. «Математическая логика» 1987г. 336стр.

Никольская И.Л. «Математическая логика» . Высшая лига. 1985г. 65 стр.