

Прикладной аспект

Теперь перейдем к прикладному аспекту нашей проблемы интеграции. В конечном счете нам интеграция данных нужна для облегчения интерпретации физиологических данных в психологических терминах. Какие здесь возможны подходы.

1. Корреляционный подход. Суть его проста. Набираем эмпирический материал, подсчитываем средние корреляции между психологическими и физиологическими данными.

Таблица 4. Связь психологических и физиологических показателей(общий вид)

	Состояние							
Показатель	Функциональный комфорт	Психическое утомление	Психическое напряжение	Отсутствие мотивации	Эмоциональный стресс	Монотония	Тревожность	Индифферентное
α -индекс	Синхронизированный α -ритм, умеренный уровень активации	Повышенный	Пониженный, увеличение дисперсии индивидуальных значений	Повышенный	Сниженный, увеличение дисперсии	Повышенный	Пониженный, высокая вариативность слева	
Максимальная амплитуда α -ритма	Синхронизированный α -ритм, умеренный уровень активации	Повышенная	Пониженная, увеличение дисперсии индивидуальных значений	Повышенная	Увеличение дисперсии	Повышенная	Пониженная, нерегулярный α -ритм	
Асимметрия Δt	Слабоположительные значения	Снижение до отрицательных значений	Повышение	Снижение или без изменений	-	Снижение до отрицательных значений	-	
Отношение λt	Несколько > 1	Уменьшение до < 1	Повышение	Снижение или без изменений	-	Снижение до отрицательных значений	-	-
Доминирующая частота W	Синхронизированный α -ритм, иногда θ -активность	-	Повышение общей частоты, появление β и θ -волн		Появление θ и Δ -волн в комплексе с высокими частотами	Снижение общей частоты	Повышение средней частоты	Тенденция к снижению общей частоты

Автокорреляционная функция		Снижение средней частоты, повышение дисперсии амплитуд лобных отведений			—	Снижение средней частоты и дисперсии амплитуд лобных отведений	—	—
Средний уровень высоких корреляций в матрице	Повышенный	Сниженный	Повышенный	Сниженный	Сниженный	Сниженный	Усиление синхронизации в коре	Сниженный
Межполушарная асимметрия	Левосто-ронняя	Правосторонняя	Левосторонняя повышенная	Левосторонняя сниженная, перемежающаяся с правосторонней	Правосторонняя	Правосторонняя	—	Слабовыраженная
Вызванные потенциалы	—	Увеличение латентности амплитуд позитивных волн	Снижение амплитуды поздних компонентов, увеличение ранних ответов	Локальные ответы. Вторичные ассоциативные ответы — вызванные локальные потенциалы ассоциативных областей мозга, имеющие, в отличие от первичных ответов коры (см.). сходные латентные периоды, конфигурацию и продолжительность при использовании раздражающих стимулов различных модальностей.		Увеличение латентности и амплитуды позитивных колебаний	Увеличение латентности фронтальных поздних позитивных колебаний	Локальные ответы. Вторичные ассоциативные ответы — вызванные локальные потенциалы ассоциативных областей мозга, имеющие, в отличие от первичных ответов коры (см.). сходные латентные периоды, конфигурацию и продолжительность при использовании раздражающих стимулов различных модальностей.

К з/о	-	Сниженный	Повышенны й	Сниженный	Сниженны й	Сниженный	Повышенный	Сниженный
КГР	Спонтанные колебания кожного потенциала	Увеличение кожного сопротивления	Значительно е увеличение кожного потенциала, падение сопротивления	Увеличение кожного сопротивления	Увеличени е кожного потенциала, падение сопротивления	У низкоактивир ованных— рост кожного со- противления, у высоко- активированн ых — падение, у средних — не- устойчивое	Увеличение количества спонтанных колебаний и их амплитуд	Редкие спонтанные быстрозатухающие колебания

Окончание таблицы 4

	Функциональный комфорт	Психическое утомление	Психическое напряжение	Отсутствие мотивации	Эмоциональный стресс	Монотония	Тревожность	Индифферентное
Пульс	Устойчивый, быстро восстанавливающийся	Сниженный	Учащенный, с изменением ритмичности, снижением вариативности интервалов R — R-зубцов	Значимых изменений нет	Уреженный или учащенный	Сниженный	Уреженный или учащенный	Значимых изменений нет
Артериальное давление	Индивидуальная норма	Сниженное	Рост диастолического и систолического давления	-	Рост систолического и диастолического давления (ПД)	Сниженное	Рост систолического и диастолического давления	-
Температура кожи	Некоторое повышение температуры рук и лба	—	Голова — повышение, руки — снижение, градиент — увеличение	—	Голова — снижение, руки — повышение, градиент — снижение	Сниженная	Голова — повышение, руки — снижение, градиент — повышение	—
Дыхание	Индивидуальная норма	—	Повышение (понижение) частоты, сокращение фазы выдоха	—	Урежение, иногда углубление с „захватыванием" воздуха	—	Урежение	—

Психофизиологические методы

Таблица 5. Связь практических состояний с психофизиологическими и психологическими показателями

Показатель	Состояние							
	Функциональ- ный комфорт	Психическое утомление	Психическое напряжение	Отсутствие мотивации	Эмоциональ- ный стресс	Монотония	Тревожность	Индифферент- ное
КЧМ (лабиль- ность зритель- ного анализатора)	Значения, близкие к индивидуальной норме	Снижение	Увеличение	Снижение	Увеличение	Существенно е уменьшение	Увеличение	-
Время сенсо- моторной реакции	Значения, близкие к индивидуальной норме, снижение вариативности ответов	Повышение времени, увеличение разброса значений у слабых, уменьшение времени и вариативности , извращение „закона силы“ у сильных	Повышение разброса значений	Снижение времени	Увеличение или уменьшение времени, резкое увеличение раз- броса значений	Некоторое повышение времени, увеличение разброса, извращение „закона силы“	У сильных — уменьшение, у слабых — увеличение времени	-
Психомоторик а	Значения, близкие к индивидуальной норме	Увеличение амплитуды и частоты тремора	Увеличение частоты и амплитуды тремора, рост асимметрии, повышение темпа в теп- пингтесте, увеличение кистевой силы				У сильных — повышение точности и ско- рости, у слабых — снижение	-

Оценка состояния субъективная	-	Увеличенное ощущение усталости		Затрудненность общения, медлительность, сонливость, неспособность сконцентрировать внимание и слушать, обеспокоенность посторонними делами	Ощущение сухости во рту (иногда влажности), скованность	Увеличение ощущения утомления	-	-
баллы (см табл. 6)	10—11	7—11	14—17	7-11	16-20	3-11	14—20	7-11
Тест Люшера	-	Красный — зеленый	Фиолетовый — коричневый	Суммарная оценка < 5	Серый — черный	Суммарная оценка < 5	Желтый — синий	-
САН	-	Снижение активности	Снижение самочувствия	Снижение активности	Снижение самочувствия	Снижение настроения	Снижение настроения	-

Таблица 6 Перевод „сырых“ оценок параметра „Уровень эмоционального возбуждения“ в шкальные (баллы)

Шкальная	„Сырая“	Шкальная	„Сырая“
1	0—6	и	43—50
2	7	12	51—58
3	8	13	59—64
4	9	14	65—71
5	10—11	15	72-76
6	12-14	16	77-82
7	15—20	17	83-87
8	21-27	18	88—90
9	28-35	19	91—93
10	36—42	20	94-100

1. *Таблицы корреляционных соотношений.* Мною были подсчитаны средние корреляции между физиологическими и психологическими показателями.

Пример таблиц.

2. *Реверсивные диагностические шкалы.*

Как может выглядеть алгоритм построения реверсивной шкалы т.е. приписывания определенному шкальному значению физиологического параметра психологических коррелятов? Для этого нужно, чтобы психологические параметры предварительно также были сведены к 20-бальной шкале. После этого составляется таблица, в столбцах которой расположены признаки, а в строках - испытуемые, т.е. обыкновенная таблица эмпирических данных преобразуется в матрицу шкалированных оценок. После этого выбираем интересующий нас физиологический признак (например ЧСС) и работаем последовательно со шкальными значениями в 1,2,3...20 баллов. Сначала берем шкальную оценку пульса, равную 1 баллу. Просматриваем матрицу и определяем, какие испытуемые имеют некоторые психологические параметры со значением, равным 1 баллу. Выписываем их (Таблица).

Подсчитываем вероятность, с которой параметр 2 может характеризоваться 1 баллом ЧСС при числе испытуемых, равном 5:

$$P_2 = \frac{3}{5} = 0.6.$$

Параметр 4:

, и далее

$$P_4 = \frac{2}{5} = 0.4, \text{ и далее}$$

$$P_5 = \frac{3}{5} = 0.6,$$

$$P_8 = \frac{1}{5} = 0.2.$$

Таблица 7. Пример построения реверсивной шкалы

Испытуемый n=5	Корреляты 1 балла ЧСС			
	Номера психологических параметров имеющих значение 1 балл при значениях ЧСС 1 балл			
1.Иванов	2	4	5	-
2.Петров	2	-	5	-
3.Сидоров	2	-	5	-
4.Кузнецов	-	4	-	-
5.Попов	-	-	-	8
Число индивидов у которых встречается данный психологический параметр (1 балл) при значении ЧСС в 1 балл	3	2	3	1

Далее указанная процедура выполняется для баллов ЧСС, равных 2,3...20, и для баллов каждого психологического параметра, равных 2,3...20. В таблице 2 показаны вероятности перехода от пульса к показателям интеллекта, измеренных у 153 человек. В верхней части таблицы шкальная оценка ЧСС равна 5 баллам, нижней 15.

IQ неверб.	0	0	0	0	0	0	0	8	8	54	23	0	8	0	0	0	0	0	0	0
IQ общ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	46	31	15	0	0	0	0	0	0	0

В результате таких расчетов мы получаем для каждого балла ЧСС информацию о том, какие психологические корреляты и с какой вероятностью могут соответствовать определенному шкальному значению пульса. После этого можно переходить к следующему физиологическому параметру, например, частоте дыхания (ЧД) и т.д..

Такое представление соотношения между физиологическими и психологическими параметрами позволяет легко перейти к машинной диагностике психологических качеств. За аргумент можно взять любой параметр. Все дело в том, чтобы набрать соответствующий статистический материал. Вопрос о том, почему связаны между собой выбранные нами физиологические и психологические параметры здесь не ставится, это чисто статистический подход. В идеале такой подход по совокупности случайных параметров-аргументов позволяет нарисовать обобщенный портрет человека, точность которого будет тем выше, чем большим набором физиологических параметров располагает исследователь. Указанный подход может представлять определенный интерес для практики, например для криминалистов.

В таблице 3 представлены обобщенные данные, связывающие ЧСС с некоторыми субтестами методики Векслера. Из таблицы видно, что, например, 7 баллам пульса с вероятностью 83% соответствуют значения «Арифметического субтеста» выше среднего (от 11 до 20 баллов), но очень высоких показателей по субтесту ожидать не следует, тем более, что с вероятностью 17% следует ожидать показателей по субтесту ниже среднего. Зона высокой вероятности достижения высоких значений по IQ вербальному находится между 5 и 8 баллами, при 11 баллах, между 16 и 17 баллами пульса. Видно, что одних и тех же высоких значений интеллекта можно достичь разными способами, в зависимости от индивидуальных особенностей.

Описанный способ представления данных позволяет производить и более углубленные исследования.

Допустим, что мы имеем в своем арсенале большой набор реверсивных шкал, где указаны вероятности перехода от физиологических параметров (пульс, давление, показатели дыхания, КГР, КЧМ, и т.п.) к таким же физиологическим или психологическим (интеллект, успеваемость по гуманитарным и естественным предметам, спортивные успехи и т.п.). В этом случае каждый индивид в общем виде может быть охарактеризован множеством параметров, образующих граф, где связи между вершинами соответствуют вероятностям переходов, представленных в таблицах, описанных выше. При этом каждая вершина - это параметр, могущий принять значение от 1 до 20 баллов. Эти признаки образуют своеобразное «облако» признаков. Наша задача состоит в том, чтобы узнать структуру индивидуальных признаков у конкретного человека. «Войти» в это множество признаков можно с любого признака, имеющегося в распоряжении исследователя. Возможен такой случай, когда с интеллектом, например, связан альфа-индекс, но не известно, как связан тремор. Возможности записать ЭЭГ у нас нет. Но в нашем распоряжении имеется реверсивная шкала, где указана вероятность перехода от тремора к альфа-индексу. Перемножив вероятность перехода от альфа-индекса к интеллекту, мы можем получить представление о вероятности перехода от тремора к интеллекту.

Таким образом имея в своем распоряжении набор реверсивных шкал, мы по небольшому числу параметров (элементов целого) можем восстановить психологический портрет индивида (целое).

Таблица 9. Вероятность в %, с которой можно получить высокие и низкие показатели интеллекта при значениях пульса, равных 5-17 баллам (n=153)

№	Психол. параметры	Значение Психол. параметра в баллах	ЧСС (пульс) баллы												
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Общая осведомленность	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		18-20	0	0	17	0	0	0	13	4	14	0	15	0	20
	высокая	11-20	63	66	100	100	100	95	100	96	94	93	100	100	100
	Общая осведомленность	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	низкая	1-10	33	33	0	0	0	5	0	4	6	7	0	0	0
2	Общая понятливость	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		18-20	0	0	0	11	0	0	13	18	0	14	0	0	20
	высокая	11-20	33	100	100	89	86	77	75	89	79	79	92	100	100
	Общая понятливость	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	низкая	1-10	66	0	0	11	14	23	25	11	21	21	8	0	0
3	Арифметич. операц.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	высокий	11-20	100	66	83	89	57	82	100	71	94	64	100	60	100
	Арифметич. операц.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	низкий	1-10	0	33	17	11	43	18	0	29	6	36	0	40	0
4	IQ вербальный	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		18-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	высокий	11-20	100	100	100	100	86	91	100	89	93	79	92	100	100
	IQ вербальный	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	низкий	1-10	0	0	0	0	14	9	0	11	7	21	8	0	0

Надежность процедуры

О надежности в нашем случае можно говорить в двух аспектах. В одном случае можно говорить о прогностической способности описанной процедуры. В другом необходимо убедиться в том, что процедура измерения физиологического параметра достаточно надежна, т.е. речь идет о традиционных критериях надежности психологического теста. Изучим сначала надежность предлагаемой измерительной процедуры.

Надежность измерительной процедуры. Поскольку переход от физиологического параметра к психологическому - операция вполне однозначная, то самым «узким» местом в нашем случае является процедура измерения физиологического параметра. К.М. Гуревич предлагает такие критерии надежности для психофизиологических параметров.

1. Надежность измерительного инструмента. Она соответствует коэффициенту корреляции между двумя половинами опыта. 2. Стабильность признака. О ней судят по корреляции между двумя повторениями измерений одного и того же признака. 3. Константность процедуры. О константности судят по корреляции между двумя опытами, проведенными в одинаковых условиях разными экспериментаторами [4].

Приведем результаты проверки психофизиологических параметров с точки зрения упомянутых критериев.

В первом эксперименте принимали участие студенты и школьники 14-15 лет, всего 51 человек. Производилась регистрация ЭЭГ и пульса с интервалами между замерами 15-20 минут (до начала 1 и 2 серий эксперимента по запоминанию слов). При обработке ЭЭГ подсчитывались альфа-индекс и максимальная амплитуда альфа-ритма на участке ЭЭГ равном 1 метру. ЭЭГ записывалась с левого и правого полушарий. Применялось биполярное затылочно-височное отведение. Оказалось, что корреляция между значениями альфа-индекса правого, измеренного в 1 и 2 сериях равна 0.709, между значениями альфа-индекса слева 0.706, максимальной амплитуды справа 0.808, максимальной амплитуды слева 0.769, пульса 0.793. Из сказанного видно, что описанные процедуры измерения достаточно надежны.

В других экспериментах производились замеры ЭЭГ, пульса и артериального давления с разными временными интервалами. Из приведенных в таблице 4 данных видно, что указанная процедура измерения отличается достаточной стабильностью. В то же время следует заметить, что большое значение имеет квалификация исследователя. Дело в том, что регистрация и обработка ЭЭГ производилась в процессе лабораторных занятий по психофизиологии студентами каждым для себя. Здесь коэффициенты корреляции также достаточно высоки. Артериальное давление измерялось на тех же занятиях, но в 1-й и во 2-й раз это делалось для каждого испытуемого разными людьми. Снижение корреляции объясняется в данном случае двумя обстоятельствами: отсутствием навыка обращения со сфигмоманометром и сменой экспериментатора.

Прогностические возможности процедуры. В данном случае подсчитывалась корреляция между прогнозом и реальным значением показателя интеллекта. Исходная группа испытуемых* в 153 человека была разделена на две подгруппы. По данным 1 подгруппы, куда вошло 103 человека, вновь были рассчитаны реверсивные шкалы. Полученные для 1 подгруппы реверсивные шкалы использовались для прогноза интеллекта у 2 подгруппы (50 человек) Табл. 5.

* Для расчетов взяты данные полученные при комплексном психологическом исследовании студентов под руководством Б. Г. Ананьева

Как видно из таблицы 5, точность прогноза психологического параметра по физиологическому зависит как от выбранного физиологического, так и от прогнозируемого психологического. Оказалось, что точность предсказания по одному физиологическому параметру низка. В связи с этим было проведено дополнительное исследование, где увеличивалось число используемых для прогноза физиологических параметров. Кроме этого, мы предположили, что, возможно, целесообразнее предсказывать значение усредненного психологического параметра для группы людей по совокупности физиологических. Такой прогноз имеет смысл, когда речь идет, к примеру, о формировании экипажа транспортного средства или спортивной команды.

Таблица 10 Корреляции Между физиологическими показателями, измеренными через разные интервалы времени.

№ п/п	Показатель	Интервалы между замерами	Корреляция между замерами	Число испытуемых
1	ЧСС (пульс) 1/мин	1 минута 2" 3" 4" 5" 6" 7" 8" 9" 3 дня	0.882 0.915 0.941 0.919 0.965 0.923 0.894 0.946 0.963 0.765	n=30
2	ЧД (частота дыхания) 1/мин	3 дня	0.867	n=31
3	СД (систолич.давление) мм рт.ст.	3 дня	0.539	n=31
4	СД (диастолич.давление) мм рт.ст.	3 дня	0.423	n=31
5	ПД (пульсовое давление, ПД=СД-ДД) мм рт.ст.	3 дня	0.543	n=31
6	α -индекс правый α -индекс левый Макс.амплитуда α -ритма пр. Макс.амплитуда α -ритма лев.	2 недели - - -	0.752 0.700 0.419 0.384	n=29
7	α -индекс правый α -индекс левый Макс.амплитуда α -ритма пр. Макс.амплитуда α -ритма лев.	3 месяца - - -	0.761 0.746 0.576 0.497	n=55

Таблица 11. Корреляция между прогнозом значения психологического параметра и его реальным значением (один физиологический параметр, n=50, студенты)

№ п/п	Физиологический показатель	Субтест «Сходства»	Субтест «Кратк. память»	Субтест «Недост. дет.»	Субтест «Кубики Косса»
1	ЧСС	0.088	0.067	-0.097	0.019
2	ПД правое	0.066	-0.038	-0.175	0.171
3	ПД левое	0.224	0.079	-0.293	-0.108
4	α -индекс правый	0.226	-0.028	-0.212	-0.188
5	α -индекс левый	0.385	-0.070	0.068	0.150
6	Макс. амплит. α -ритма прав.	0.242	-0.009	-0.050	0.229
7	Макс. амплит. α -ритма лев.	0.163	0.001	-0.226	0.170

В совмещенной таблице 6 приведены корреляции между прогнозом субтеста «Сходства» и его истинным значением. В столбцах указаны физиологические параметры и их число, в строках - число индивидов в группе. Номер столбца означает, что для прогноза использовано усредненное значение физиологического параметра, указанного в шапке столбца плюс все предыдущие, с меньшим числом. Как видно, увеличение числа используемых физиологических параметров действительно приводит к увеличению точности прогноза, причем весьма существенно, так что прогноз по 5 параметрам становится вполне надежным. Увеличение числа индивидов в группе также повышает точность прогноза, т.е. легче предсказать значение психологического параметра для группы лиц, нежели для отдельного индивида. Но и здесь видно, что для прогноза необходимо иметь не менее 3 физиологических параметров. Из таблицы также видно, что для увеличения точности прогноза более важным является увеличение числа исходных параметров, нежели числа индивидов в группе. Другими словами, описанная методика позволяет по совокупности физиологических параметров предсказывать психологические у данного индивида. Можно предположить также, что для каждого психологического параметра существует свой шлейф физиологических, по которым можно производить прогнозирование с наибольшим успехом.

Таблица 12. Зависимость точности прогноза от числа исходных физиологических параметров и числа индивидов в группе прогноза (n=50 чел., студенты)

Число индивидов в группе прогноза	Физиологические параметры и их число				
	ПД лев.	Температура прав. руки	α -индекс левый	Макс. ампл. α -ритма прав.	Макс. ампл. α -ритма лев.
	1	2	3	4	5
1	0.224	0.344	0.489	0.517	0.533
2	0.277	0.382	0.509	0.543	0.599
3	0.301	0.383	0.543	0.529	0.594
4	0.264	0.322	0.597	0.581	0.603
5	0.151	0.202	0.574	0.484	0.595
	1	1+2	1+2+3	1+2+3+4	1+2+3+4+5

Таким образом можно заключить, что применение реверсивных шкал может быть использовано для экспресс-диагностики психологических параметров, особенно с применением ЭВМ. Кроме этого, реверсивные шкалы могут быть использованы, видимо, как самостоятельная исследовательская процедура, позволяющая, в частности, уточнять уже известные психофизиологические закономерности.

3. Регрессионные уравнения.

Множественный регрессионный анализ (МРА) предназначен для изучения взаимосвязи одной переменной (зависимой, результирующей) и нескольких других переменных (независимых, исходных). Исходные данные для МРА представляют собой таблицу (матрицу) размерностью следующего вида:

№	x_1	x_2		X_p
1	x_{11}	x_{12}		X_{1p}
2	x_{21}	x_{22}		X_{2p}
...
N	x_{n1}	x_{n2}		X_{np}

Строки этой таблицы соответствуют объектам (испытуемым), а столбцы — переменным. Все переменные при этом должны быть измерены в количественной шкале. Одна из переменных определяется исследователем как зависимая, а остальные (или часть их) — как независимые переменные. Допускается, что для некоторых объектов значения зависимой переменной неизвестны, и их определение (оценка) может составлять важный результат анализа. МРА может применяться как для решения прикладных задач, так и в исследовательских целях. Обычно МРА применяется для возможности предсказания некоторого результата (обучения, деятельности) по ряду предварительно измеренных характеристик. При этом предполагается, что связь между одной зависимой переменной несколькими независимыми переменными (X) можно выразить линейным уравнением:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p + e$$

где Y — зависимая переменная; x_1, \dots, x_p — независимые переменные; a, b_1, \dots, b_p — параметры модели; e — ошибка предсказания. Психолога может заинтересовать предсказание успеваемости абитуриента по измеренным психологическим характеристикам (интеллекта, личности и пр.). В этом случае он использует уже имеющиеся данные о взаимосвязи успеваемости и предварительного психологического тестирования за прошлые годы. Успеваемость при этом он рассматривает как зависимую переменную,

Прогнозирование уровня брака у рабочих на конвейере

При конвейерной организации труда различия между рабочими по производительности определить, подчас, достаточно сложно. Успешность отдельного работника можно оценить, в основном, по уровню брака.

У рабочих, занятых производством телевизоров (20 человек) исследовались: психомоторика (психомоторная ригидность, тремор), нейродинамика – время реакции и «выраженность закона силы» на звук, ЧСС. Кроме того, они обследовались по методике Айзенка (формы «А» и «В»). Полученные данные были подвергнуты корреляционному анализу. Оказалось, что больший брак наблюдается у тех работников, у которых выше экстраверсия и нейротизм, выше тремор статический и динамический (время прохождения по лабиринту). Большая выраженность «закона силы» способствуют, в тенденции, большему браку. Чем выше «мертвое время» (время, остающееся у рабочего после окончания операции до начала очередного перемещения конвейера), тем ниже брак, т.е. важна возможность успеть ликвидировать недоделки и проверить сделанное до начала нового цикла. Общий характер связей психологических и психофизиологических показателей с браком говорит о том, что в данных условиях важно организовать свой труд таким образом, чтобы он был спокойным и размеренным, целенаправленным (установка на точность). Установка на скорость способствует повышению брака.

Анализ полученного собственного и литературного материала позволяет также сделать вывод, что на уровень брака влияет не одно индивидуальное качество, а их совокупность. Брак есть следствие влияния многих причин. Поэтому для того, чтобы предсказать брак у работника, надо учесть влияние наиболее важных причин. В данной работе для этих целей была предложена «формула успешности», на основании которой можно прогнозировать величину брака на конвейере у каждого работника, как работающего, так и вновь поступившего.

В эту формулу входят следующие индивидуальные характеристики (критерием выделения показателей служила величина корреляции конкретного показателя с браком): ригидность, экстраверсия, нейротизм, выраженность «закона силы», время прохождения лабиринта (динамический тремор), тремор статический (число касаний). Формула выглядит так.

$$A = r_1 \frac{M\alpha}{n} + r_2 \frac{M\beta}{n} + r_3 \frac{M\gamma}{n} + r_4 \frac{M\delta}{n} + r_5 \frac{M\epsilon}{n} + r_6 \frac{M\zeta}{n}$$

где A – группа брака, $r_1 - r_6$ - корреляции уровня брака соответственно с ригидностью(α), экстраверсией(β), нейротизмом(γ), тремором статическим(δ), временем прохождения лабиринта(ϵ), выраженностью «закона силы»(ζ), n – количество групп брака, $M_\alpha - M_\zeta$ - номер группы по данному признаку.

Все входящие в формулу показатели подразделяются на группы (в нашем случае их было 5). В формуле фигурируют не абсолютные значения показателей, а их шкальные значения (номер группы). Например, испытуемый N по показателю «Ригидность» входит в 4-ю группу, по экстраверсии – в 4-ю, тремору – в 1-ю, выраженности «закона силы» – в 3-ю. Подставляя соответствующие значения в формулу, мы получаем номер группы брака, в которую попадает данный испытуемый.

Было произведено сопоставление прогноза с реальными значениями показателей брака. Мы получили полное совпадение в 35% случаев, в 50% случаев разница была в 1 балл. Разница в 2 балла была в 15% случаев. Это говорит о том, что в 85% случаев может быть с точностью до 0,4 телевизора в месяц предсказан брак у вновь поступающего работника. Коэффициент корреляции между реальным браком и прогнозом равен 0,83 ($P \leq 0,001$). Если в результате предварительного обследования будет выяснено, что кандидат попадает в 1-ю или 2-ю группы, то с точки зрения брака его труд можно использовать на конвейере. Если же кандидат попадает в 4-ю или 5-ю группы, то возможность его использования на конвейере сомнительна. Если кандидат попадает в 3-ю группу, то исследование необходимо продолжить.

Таблица 13. Регрессионные уравнения у курсантов

Другой пример. Предсказание успешности обучения в вузе (курсанты военного учебного заведения).

	Учебные дисциплины	Уравнение регрессии.	Достоверность.	Коррел. между прогн.и реальн. Значен.
1.	Политология	$Y=0,036$ Дисп F2-500-0,009 альфа индекс,0,083+ амега+0,251 Ампл O2-500,-0,252 Ампл O2-ср+0,027 СДД.	$P<0,035$	$R=0,75$
2	Информатика и ЭВМ в псих.	$Y=3,772,0+0,110$ Ампл F1-500 -0,0318	$P<0,055$	$R=0,71$
4	Математика	$Y=5,415-0,043$ Дисп F2-ср +0,006 альфа индекс+0,085 Дисп F1-100+0,307 Ампл O1-500-0,236 Ампл O1-250 -0,067 Дисп F1-500	$P<0,018$	$R=0,58$
5	Общая психология (курсовая)	$Y=5,348+0,193$ Ампл F1-500+0,050 Ампл O2 -500-0,254 Дисп F2-250 -0,134 Ампл F1-250 +0,080 Дисп F1-250	$P<0,022$	$R=0,76$
6	Иностранный язык	$Y=5,427+0,169$ Ампл O1-250-0,034 Дисп F2-500+0,010 альфа индекс	$P<0,055$	$R=0,73$
7	Общая психология 1 курс	$Y=4,926+0,14$ Ампл O1-500	$P<0,078$	$R=0,53$
8	Ср.балл за 2 сем	$Y=3,775-0,023$ Дисп F2-100+0,115 Ампл O1-500	$P<0,078$	$R=0,66$
9	Ср.балл за 3 сем	$Y=3,168+0,007$ альфа индекс -0,026 Дисп F2 -250 +0,208 Ампл O2 -500-0,191 Ампл O2-ср +0,196 СДД	$P<0,031$	$R=0,77$
10	Физическая подготовка	$Y=2,102+0,129$ омега +0,0106 альфа индекс +0,033 Дисп F2-250+0,092 Дисп F1-ср +0,562 Ампл F2-250-0,043 Дисп O2-100	$P<0,016$	$R=0,79$
11	Психология разв. и возраст психология	$Y=3,067-0,039$ Дисп F2-500+0,110 альфа индекс +0,101 омега +0,947 Ампл O1-250	$P<0,004$	$R=0,74$
14	Ср.балл в 4 семестре	$Y=3,625-0,140$ Дисп F2-500 +0,005 альфа индекс +0,147 Ампл O1-500 -0,057 Ампл F1-250 +0,103 Дисп F2-250	$P<0,049$	$R=0,77$
15	Ср.балл за 5 сем	$Y=4,992-0,0309$ Дисп F2 -100	$P<0,035$	$R=0,85$
16	Религиоведение	$Y=6,263-0,242$ Дисп F2-100-0,202 Ампл O2 -250	$P<0,045$	$R=0,92$
17	Мат.методы в психологии	$Y=6,263-0,028$ Дисп F2-100 -0,0204 Ампл O2 -250	$P<0,048$	$R=0,79$
18	Ср.балл за 1 сем	$Y=3,944+0,087$ Дисп O1-ср-0.023 Ампл F2-250 +0,059 Дисп F1-500	$P<0,008$	$R=0,037$

19	Социальная психология (курсовая)	$Y=4,58-0,115$ Дисп O1-100+0,143 Дисп O1-250 +0,143 Ампл F2-250 -0,159 Ампл F2-250 0,067 Дисп F2-500-0,186 Ампл F2-ср+0,171 Ампл O1-500	$P<0,00069$	$R=0,75$
20	Экономика	$Y=7,74+0,009$ альфа индекс -0,0915 Дисп F2-500-0,089 Дисп F1-500-0,0257 СД +0,152 Ампл O2-500	$P<0,00103$	$R=0,82$
21	Социальная психология	$Y=3,225-0,021$ ср.частота-0,016 Дисп F2-500-0,108 Ампл F1-500+0,083 Дисп F1-250 +0,214 Ампл O1-500+0,024 СДД-0,241 Ампл O1-250 +0,134 Ампл O1-100	$P<0,0406$	$R=0,78$
22	Психодиагностика	$Y=4,24+0,146$ Дисп O2-500-0,212 Дисп O2 -250 -0,0310 Дисп F2-100	$P<0,0742$	$R=0,66$
25	Ср.балл за 6 сем	$Y=5,083-0,0188$ Дисп F2-500 +0,005 альфа индекс +0,354 Ампл O2 -500 -0,473 Ампл O2-ср -0,029 Дисп O2-100-0,087 Ампл F2-250	$P<0,0215$	$R=0,75$
26	Социология	$Y=4,987-0,033$ Дисп F2-100+0,032 Дисп F1-250 -0,375 Дисп O1-250 +0,282 Дисп O1-ср +0,170 Ампл O1-ср	$P<0,0063$	$R=0,73$
27	Зоопсихология и сравн. психология	$Y=3,975-0,028$ Дисп F2-500+0,032 Ампл F1-250 +0,0606 Дисп O1-ср	$P<0,00081$	$R=0,74$
28	Философия	$Y=4,032+0,111$ Ампл O1-500 -0,029 Дисп F2-250 +0,113 Дисп O2 -500 -0,105 Дисп O2-100	$P<0,162$	$R=0,634$
29	Физиология ЦНС	$Y=3,758-0,028$ Дисп F2-ср -0,113 Дисп F1-500	$P<0,373$	$R=0,651$
30	Педагогика	$Y=3,892-0,088$ Дисп F2-500+0,026 СДД +0,212 Дисп O1-500 +0,058 Дисп F2-100-0,224 Дисп O1-ср	$P<0,0058$	$R=0,74$
31	Педагогическая психология	$Y=4,340-0,309$ Дисп F2-100+0,111 Дисп O1-100	$P<0,100$	$R=0,800$
33	Анатомия ЦНС	$Y=4,120 +0,000061$ Ампл F1-100	$P<0,153$	$R=0,42$
34	Антропология и этническая психология	$Y=5,044-0,103$ Ампл F2-100	$P<0,053$	$R=0,51$
37	Психологические предметы	$Y=3,607-0,031$ Дисп F2-500+0,005 альфа индекс	$P<0,027$	$R=0,69$
38	Гуманитарные предметы	$Y=3,992 -0,096$ Дисп F2-500-0,36 Дисп O1-ср -0,014СДД	$P<0,0105$	$R=0,77$
39	Естественные предметы	$Y=2,944+0,125$ Ампл O1-500 -0,021 Дисп F2-500+0,074 Дисп F1-100	$P<0,033$	$R=0,65$

4. Другие способы получения интегральных физиологических и психологических показателей

Можно все интегральные показатели разделить на две группы. Первая – это показатели первого рода, искусственные, которые объединяются самим исследователем с применением той или иной математической процедуры. Вторая – показатели второго рода, когда «суммирование» производится самим организмом. В качестве примера можно привести такую триаду, как сон –

аппетит - половое чувство, известное в психиатрии. Другой пример – уровень адаптации, уровень работоспособности, вес, и т.п. В наших исследованиях применялись разные типы показателей, главным образом первого рода.

1. *Отношения* первичных показателей к средней по выборке и последующее суммирование относительных величин (процентов) с получением общего показателя успешности, например, количество времени, количество проб, количество ошибок.

2. *Формула Г. Уиппла* в разных вариантах:

$$A = (c - m) / (c + n), \text{ где}$$

A – успешность выполнения задания, c – количество выполненных задач, m – количество неправильно решенных задач, n – количество пропущенных задач.

$$A = (\text{прав.} - \text{лев.}) / (\text{прав.} + \text{лев.}).$$

В данном виде формула использовалась нами для исследования билатеральной асимметрии. Для исследования сдвигов часто применялась формула

$$\text{Сдвиг} = (\text{фон} - \text{работа}) / \text{фон}$$

3. *Сумма внутренних связей (СВС)*. Рассчитывается на основе корреляционной матрицы:

$$\text{СВС} = \frac{(\text{средняя корреляция в матрице значимая})}{(\text{средняя корреляция в матрице общая})} \times 100$$

4. *Алгоритмы группировки параметров*. Необходимо иметь матрицу, в которой представлены отношения между параметрами. Как правило, в качестве матрицы связи в алгоритмах группировки параметров применяется матрица коэффициентов корреляции

а) метод корреляционных плеяд. Под этим названием объединяются ряд сходных эвристических приемов, предложенных в биологии для анализа сложных многопризнаковых систем. Исходным материалом служат матрицы парных коэффициентов корреляции между признаками изучаемого объекта. Корреляционными плеядами называют получаемые в результате анализа сильно связанные группы признаков [П.В.Терентьев, 1959, 1960].

б) метод максимального корреляционного пути. Здесь граф строится по несколько иному принципу, но материалом также служит, корреляционная матрица [Л.К.Выханду, 1960]. В данном графе нет замкнутых колец. Сходный, но более обобщенный метод применяется в сетевом планировании под названием метода критического пути. В нем также прослеживаются вершины, имеющие наиболее тесные связи.

в) метод В-коэффициентов. Данный метод более «мощный», поскольку, в отличие от вышеперечисленных, в нем учитываются не только локальные связи между признаками, но выбор следующей вершины осуществляется на основе соотношения количества связей каждого признака со всеми остальными. Результатом такого метода бывает некоторая группа объединенных между собой вершин, точнее несколько групп. Нечто аналогичное имеется в факторном анализе. Но там нет информации о связях между признаками, вошедшими в отдельный фактор [Г.Харман, 1972].

г) метод «ветвей и границ». Предназначен для решения задач, объединенных названием «задачи о коммивояжере». Суть ее состоит в том, чтобы отыскать в матрице связей путь с наименьшей суммой связей между всеми вершинами (гамильтонов путь). Этот алгоритм можно использовать и для получения наиболее жестко связанной структуры, если заменить значения коэффициентов в первоначальной матрице на числа, обратные им [Д.Литл и др. 1962]. Большинство вышеприведенных алгоритмов группировки параметров использовались нами повсеместно, алгоритмы v и z – при исследовании явления билатеральной асимметрии.

д) последовательное возведение матрицы в степень. Свойство матрицы, возведенной в степень λ заключается в том, что в матрице A каждый ее элемент указывает на число возможных путей длиной λ из вершины x_i в вершину x_j исходного графа. Последовательное возведение матрицы в степень в конечном счете приведет к ее сведению к матрице со всеми элементами, равными нулю. Степень, в которую нужно возвести матрицу, чтобы все ее элементы превратились в нулевые, тоже может служить интегральным показателем. Интегральным показателем может служить общее число возможных путей в данной исходной матрице смежности графа, и т.п. [З.В.Алферова, В.П.Езжева, 1971]. В качестве исходной

матрицы смежности графа рассматривается корреляционная матрица. В то же время сам метод обработки налагает ряд ограничений на такую матрицу: в матрице не должно быть петель и контуров, матрица смежности должна быть квадратной. Исходя из указанных требований, исходная матрица смежности графа G преобразуется в матрицу смежности суграфа G' следующим образом: 1. Все диагональные элементы главной диагонали заменяются на нулевые элементы (для того, чтобы исключить петли, т.е. не интересующие нас связи вершины «самой с собой»). 2. Все элементы ниже главной диагонали заменяются на нулевые элементы (для того, чтобы исключить контуры, т.е. неинформативные «обратные» связи признака с признаком). 3. Все элементы матрицы коэффициентов корреляций, значения которых достовернее $P \leq 0,001$, заменяются на 1, остальные – нулями. Это не является обязательным во всех случаях, порог вероятности можно выбрать другим. Подготовленная таким образом матрица обрабатывается по методу последовательного возведения матрицы в степень λ (индекс нильпотентности), что в конечном счете сведет все ее элементы к нулевым, как уже говорилось. При этом степень λ указывает на максимальную длину пути в графе. Число всех возможных путей в графе есть сумма всех элементов в последовательности матриц в степени 1,2,3 ... λ . Физиологический смысл числа возможных путей в графе состоит в том, что эти индексы характеризуют число степеней свободы в образованной организмом функциональной системе. Приведем несколько примеров.

Пример 1. Взятые матрицы коэффициентов корреляций 15 электрофизиологических показателей в ситуациях «Фон», выполнение задач на «Анализ» и «Синтез». Обработка производилась на ЭВМ «Наири-2». В фоне средняя $\lambda = 4,4 \pm 1,1$; коэффициент M , характеризующий число возможных связей в графе G' равен $21,2 \pm 11,9$, а «скорость затухания» T числа связей в графе G' на один шаг возведения в степень равна $4,8 \pm 1,6$. Средняя корреляция в матрице - $\bar{r} = 0,56 \pm 0,04$. При решении задачи на «Анализ» $\lambda = 3,7 \pm 1,3$; $M = 14,9 \pm 15,8$; $T = 3,2 \pm 2,4$; $\bar{r} = 0,53 \pm 0,05$. В задании на «Синтез» $\lambda = 3,8 \pm 1,1$; $M = 14,5 \pm 9,3$; $T = 3,8 \pm 1,6$; $\bar{r} = 0,54 \pm 0,03$.

Пример 2. Маршрут движения глаза можно рассматривать как ориентированный граф. Его матрица смежности есть матрица, степень которой равна числу точек фиксации. Здесь наиболее информативным является число M , которое зависит одновременно от числа точек фиксации и длины скачка.

Для примера взяты три маршрута из литературного источника. Оказалось, что для взрослого испытуемого в одном случае $\lambda = 8$; $M = 170$; $T = 21$, средняя длина скачка $L = 1,4$. В другом случае $\lambda = 12$; $M = 168$; $T = 14$; $L = 1,2$. Для ребенка $\lambda = 17$; $M = 4528,0$; $T = 266,3$; $L = 1,6$. Как видно, просто число точек фиксации или средняя длина скачка слабо «разводит» испытуемых, но показатели суммарной длины маршрутов, и особенно «скорость затухания» матрицы различаются в группах весьма наглядно. Возможно, что различия связаны с когнитивным стилем, если говорить о психологической интерпретации данных [В.Д.Балин, 1984].

Пример 3. Оценка состояния готовности у спортсменов. В эксперименте регистрация ЭЭГ производилась в процессе мысленного выполнения прыжков в воду различной степени сложности, до начала представления движений и после его окончания. Испытуемыми были спортсмены (прыгуны в воду) различной квалификации. Одновременно с записью ЭЭГ производилась запись ЭОГ, КГР, ЭМГ – признаков, выбранных по принципу «рефлекторного кольца», участвующего в осуществлении данной деятельности. При обработке данных применялся метод кросскорреляционного анализа, алгоритмы построения максимального корреляционного пути, а также метод последовательного возведения матрицы в степень до момента превращения всех ее элементов в нулевые. Подсчитывались: индекс нильпотентности λ , суммы возможных связей или путей в графе длиной в 1, 2, 3... λ дуг (M), а также δ , как отношение суммы «сложных» связей длиной в 2, 3, 4... λ дуг к сумме «простых» путей длиной в 1 дугу. Результаты исследования показали, что с увеличением уровня готовности уменьшаются значения λ , M , δ . **Усложнение задания**, что можно рассматривать как влияние фактора напряжения, «стрессогенного фактора», приводит к увеличению указанных показателей: λ от 3,8 до 5,3; M от 29,6 до 96,3; δ – от 0,82 до 2,6. В то же время слишком

сильное усложнение задания, с которым человек не справляется, приводит к снижению рассмотренных индексов, т.е. имеет место нелинейная зависимость, если рассматривать всю совокупность случаев в целом. Получается, что выполняемая работа влияет на формирование структуры связей внутри физиологических параметров, причем указанная структура связей находится в соответствии с характером выполняемой работы, ее сложностью и степенью освоенности. Показатели λ , M , и δ характеризуют, таким образом, сложность сформированной при выполнении конкретной деятельности функциональной системы, в какой-то мере отражают число ее степеней свободы. Указанные показатели достаточно чутко реагируют на изменение структуры корреляционной связи внутри системы физиологических параметров, позволяют выявить индивидуальные особенности ее организации, дополняют качественный и количественный анализ результатов исследования.

5. Формула эффективности.

Определение эффективности труда радиомонтажников

Для оценки эффективности труда использовалась такая формула

$$\text{Эффективность} = \frac{(\text{выработка} \times \text{качество})}{\text{затраты}}$$

$$= \frac{(\text{выработка} \times \text{качество})}{1/6(\alpha - \text{индекс пр.} + \alpha - \text{индекс лев.} + A_{\text{max пр.}} + A_{\text{max лев.}} + \text{СД} + \text{ДД})}$$

Для оценки выработки воспользовались полученным в цехе показателем «Процент выработки». Качество труда оценивалось показателем «Ошибки».

При анализе результатов обследования рабочих цеха выяснилось, что для этой специальности важна активация коры мозга и вегетативной нервной системы. Затраты здесь – это затраты центральной и вегетативной нервной системы. Использовались шкальные значения вегетативных и ЭЭГ-показателей. Шкальные оценки производственных показателей – в таблице № 25.

Таблица № 14. Шкальные оценки производственных показателей

Шкаль-ная оцен-ка	Процент выработки	Ошибки (качество)	Шкаль-ная оцен-ка	Процент выработки	Ошибки (качество)
1	≤50	≤18	11	154-169	8-10
2	51-62	17	12	170-174	7
3	63-101	-	13	175-182	6
4	102-103	16	14	183-198	5
5	104-106	-	15	199-205	-
6	107-110	-	16	706-214	4
7	111-116	15	17	215-219	3
8	117-128	14	18	220-224	2
9	129-142	-	19	225-232	-
10	143-153	11-13	20	≥233	0-1

Применив указанную формулу, мы получили индивидуальные значения эффективности для всех рабочих цеха (67 человек), для отдельных производственных участков. Так, например суммарная эффективность 2-го участка – 9,35; 3-го – 10,3; 7-го – 15,8; 9-го – 18. На втором участке работали монтажники перед выходом на пенсию. Они вязали «косы» из проводов для приборов. На 7 и 9 участках рабочие занимались пайкой микросхем, т.е. более сложной

работой. При этом на 7 было больше рабочих высокой квалификации со стажем, а на 9 – молодых после ПТУ.