

ЭЭГ ПРОГНОЗ УСПЕШНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПСИХОМОТОРНОГО ТЕСТА ПРИ СНИЖЕНИИ УРОВНЯ БОДРСТВОВАНИЯ: АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Щукин Т.Н., – аспирант, Институт психологии РАН, Москва

Дорохов В. Б., – к.биол.н. Институт Высшей Нервной Деятельности и
Нейрофизиологии РАН, Москва.

Лебедев А.Н., – д.биол.н. профессор, Институт психологии РАН, Высшая Школа
Экономики, Москва

Луценко Е.В., – д.э.н., к.т.н., профессор, Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар

В статье приводится анализ результатов проведения эксперимента, задачей которого было построение методики идентификации и прогноза успешности выполнения психомоторного теста с помощью применения классической и неклассической статистической модели к данным электроэнцефалограммы, предшествующей ответу. Эксперимент проводился в условиях, провоцирующих наступление дремоты и засыпания.

Данная статья посвящена анализу результатов проведения эксперимента [1, 2]. В результате применения регрессионного анализа были получены уравнения с тремя наиболее значимыми параметрами в каждом. Наборы наиболее информативных параметров (признаков) являются индивидуальными для каждого испытуемого и являются разными для разных классов предсказания.

Из полученных данных видно, что для разных классов успешности в психомоторном тесте существуют комбинации параметров ЭЭГ, повторяющиеся от испытуемого к испытуемому:

Так, чаще всего в уравнения регрессии, предсказывающие динамику класса 3, входили параметры S -стандартное отклонение (5 из шести наиболее часто встречающихся параметров). В уравнениях, предсказывающих динамику класса 6, чаще всего содержится параметр C (4 из 6 наиболее часто встречающихся).

Тем не менее, нельзя без дополнительной проверки сказать, что существуют отчетливые тенденции к предпочтению одних параметров другим во всех классах, что говорит о высокой вариабельности параметров, определяющих успешность в выполнении психомоторного теста.

Особенностью системы «Эйдос» является развитый аппарат анализа результатов распознавания, что является неоспоримым преимуществом этого метода по отношению к методу регрессионного анализа.

В результате работы системы «Эйдос», были получены портреты паттернов амплитудных и корреляционных параметров ЭЭГ, предшествующей моменту стимула, которые определяли тип и характер реакции на стимул (10 классов времени реакции и 4 класса правильности счета). Аналогичные портреты были получены и для спектральных паттернов.

Для набора амплитудных и корреляционных признаков нами была показана индивидуальность набора информативных параметров – т.е. характеристик информационных портретов. Это относится как к паттернам, обуславливающим различные латентности ответа, так и к паттернам, обуславливающим типы правильности счета. Для последних замечены лишь самые общие закономерности.

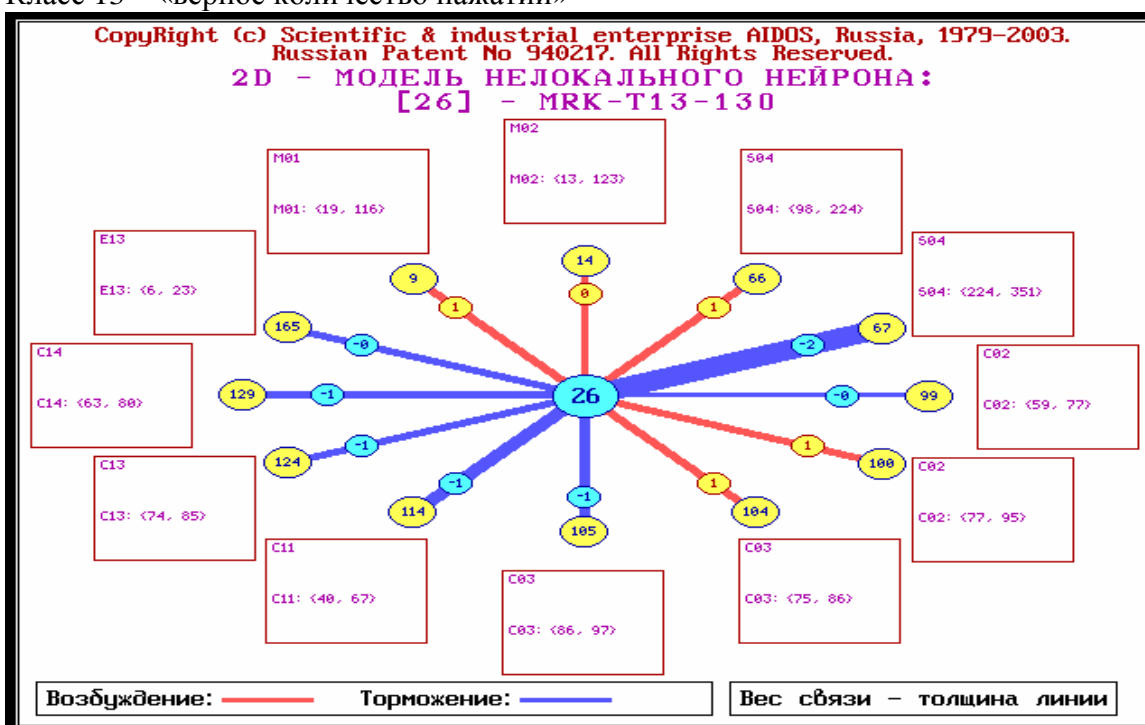
На приведенных далее двух примерах (по два портрета от каждого класса – «ошибочное количество нажатий» и «верное количество нажатий») видно, что паттерны каждый раз индивидуальны, но некоторые параметры имеют большее, чем другие, значение для различения этих двух классов.

<i>Fp1</i>	<i>Fp2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>O1</i>	<i>O2</i>
1	2	3	4	11	12	13	14

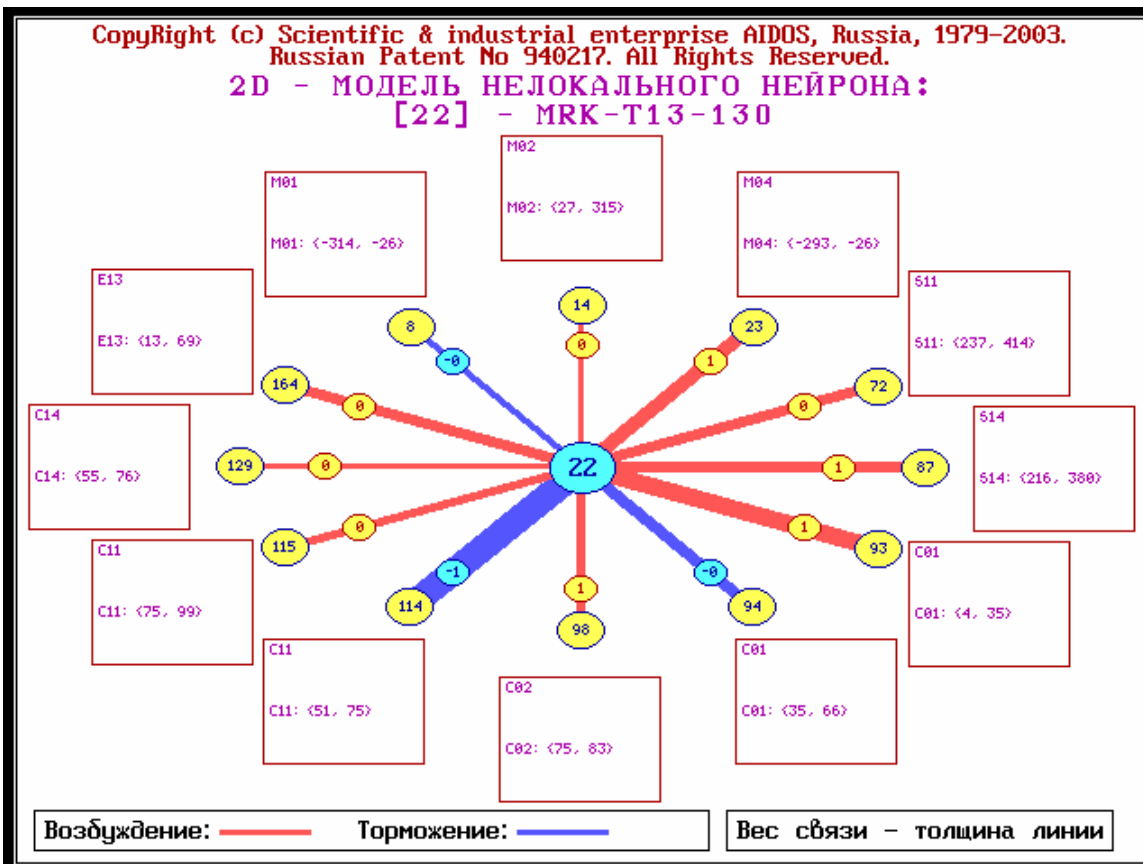
Рис. Соответствие используемых наименований отведений системе 10-20.

Так, на следующем примере видно, что параметры пространственной корреляции (параметр «С») имеют большое значение для различения двух указанных классов. Диаграммы «модель нелокального нейрона» представляют собой портрет класса, на основе которого система проводит его идентификацию. Если в ЭЭГ встречаются признаки в конкретных градациях, перечисленные в портрете, это является основанием для отнесения объекта (участка электроэнцефалограммы, описанной рядом параметров) к классу. Причем отсутствие признака также является признаком и служит основанием для отнесения к классу. Такие признаки соединены с центральной фигурой (номером выходного нейрона) синей (отрицательной) связью.

Класс 13 – «верное количество нажатий»

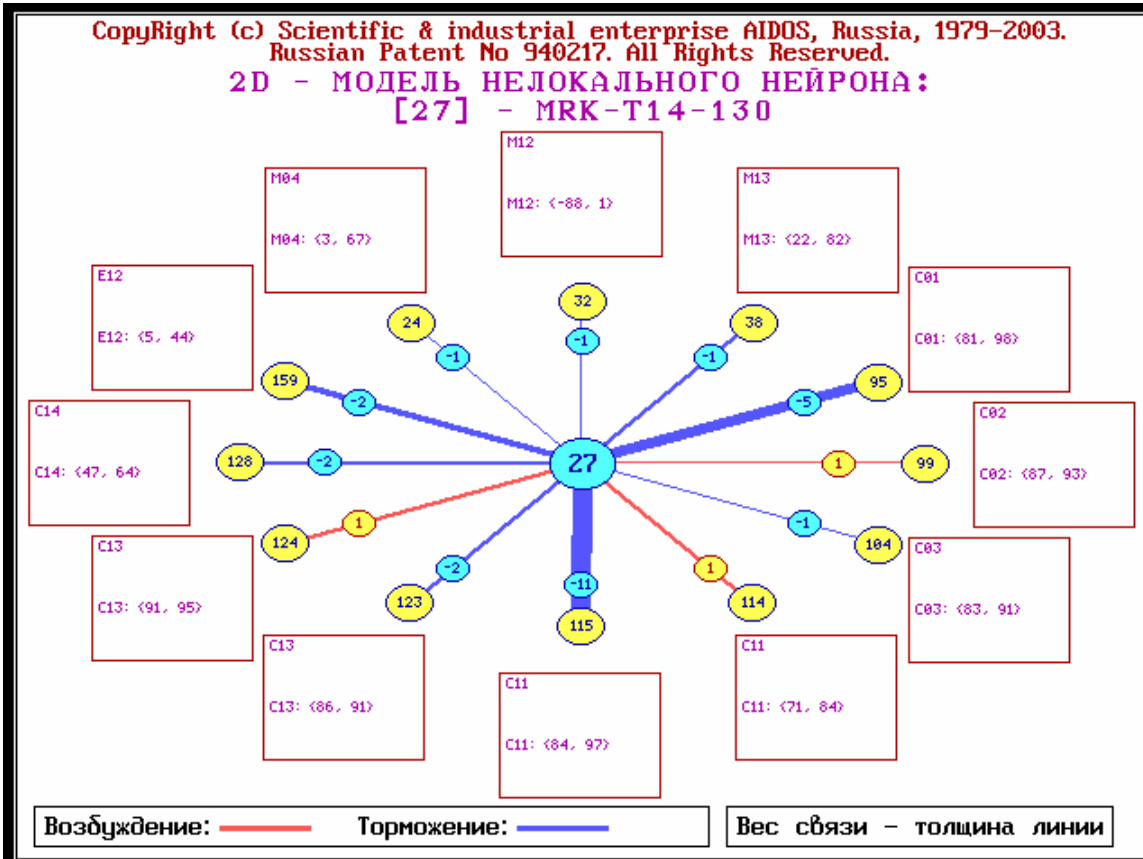


Испытуемый 166

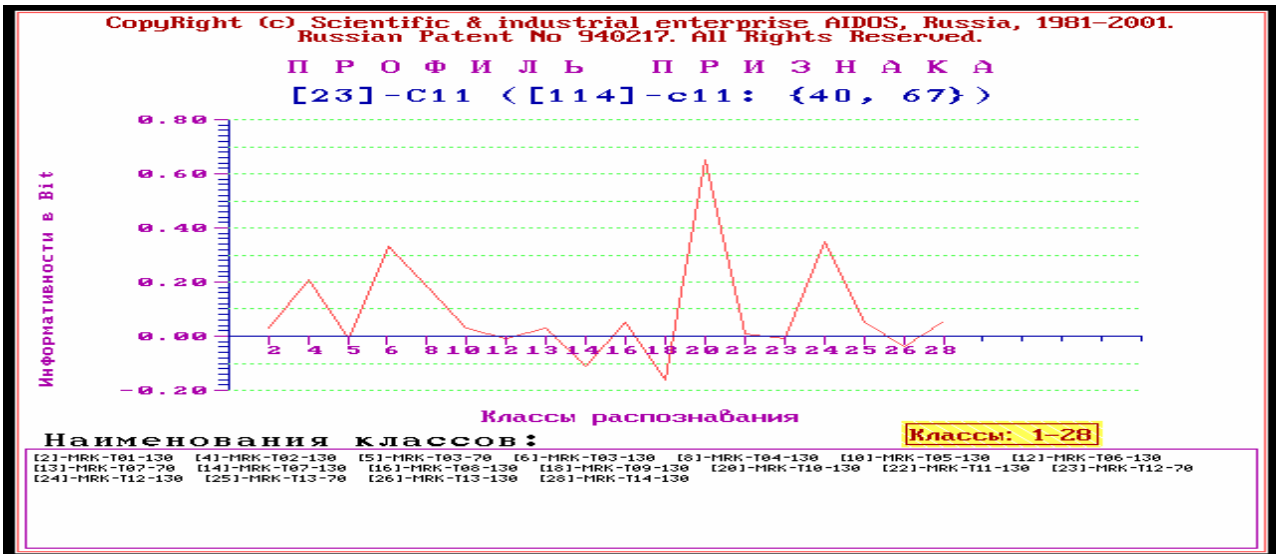


Испытуемый 284

Класс 14 – «Ошибочное количество нажатий»

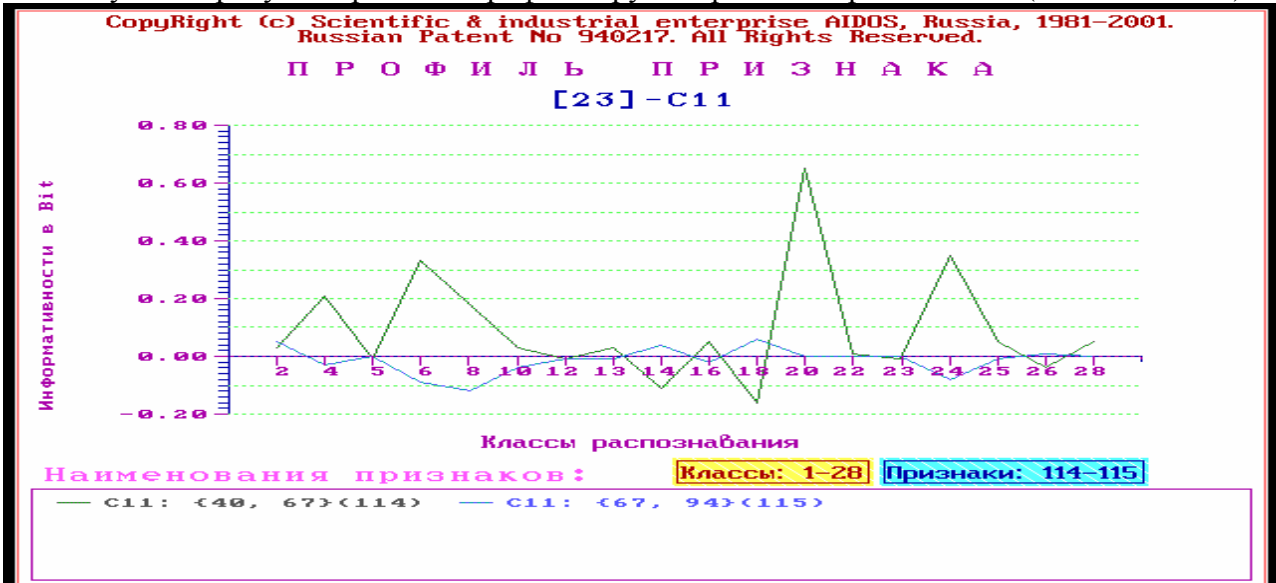


Испытуемый 255

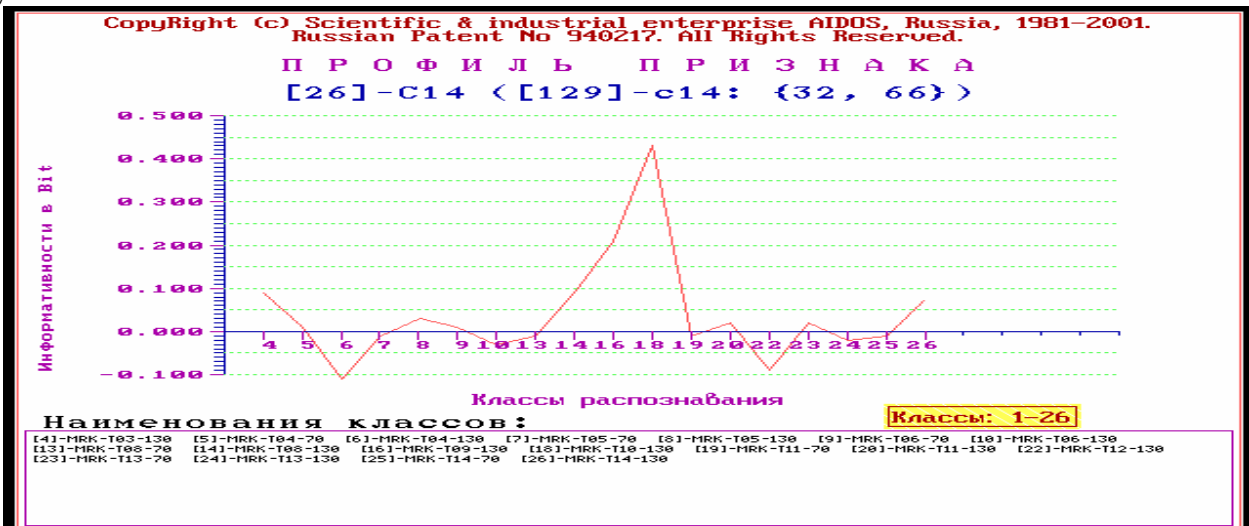


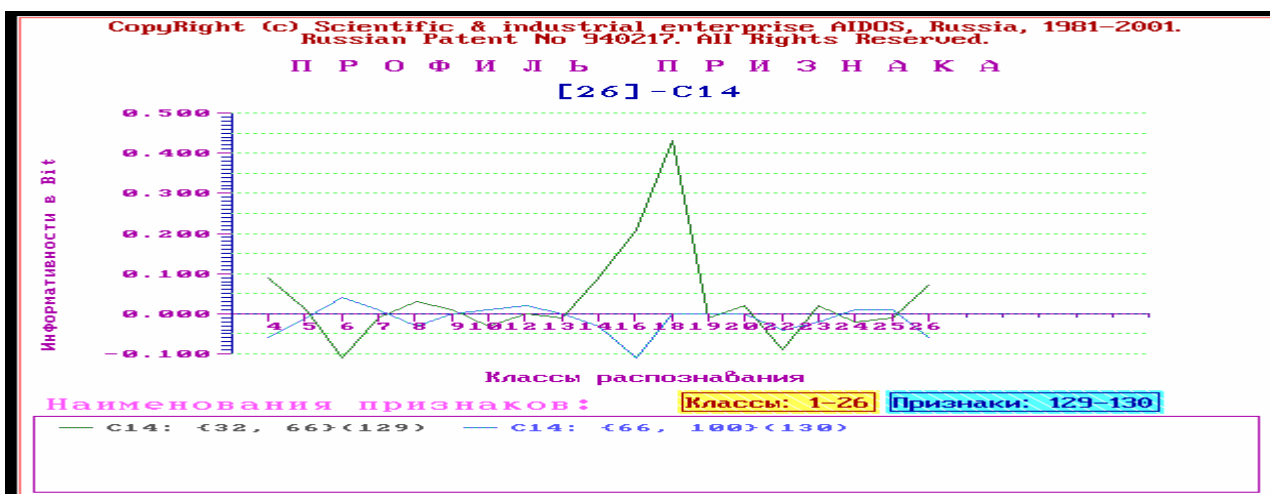
Из данного рисунка видно, что признак C11 в градации (40-67) вносит наибольшее количество информации в портреты классов 6 и 20 (T03- «латентность ответа в диапазоне -0.3 сек -0.1 сек» и T10 – «латентность ответа более 1 сек»).

На следующем рисунке приведен профиль другой градации признака C11 (Синим цветом).



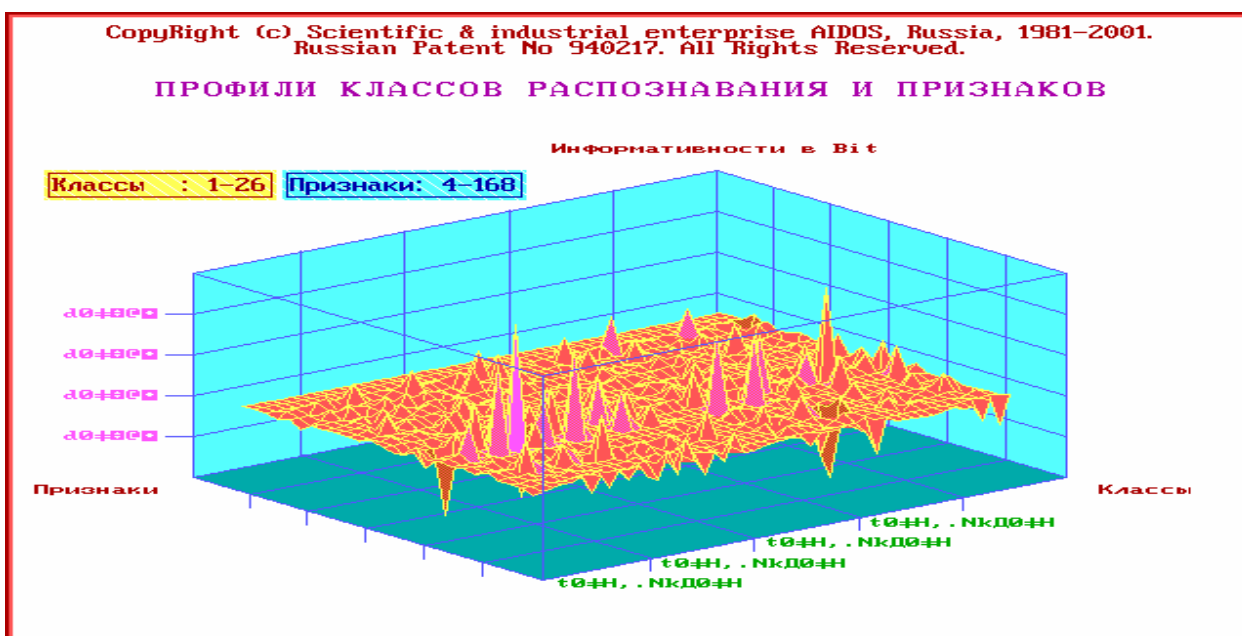
Приведем также пример признака C14 (корреляция канала O2 с обобщенным каналом) для испытуемого 315.



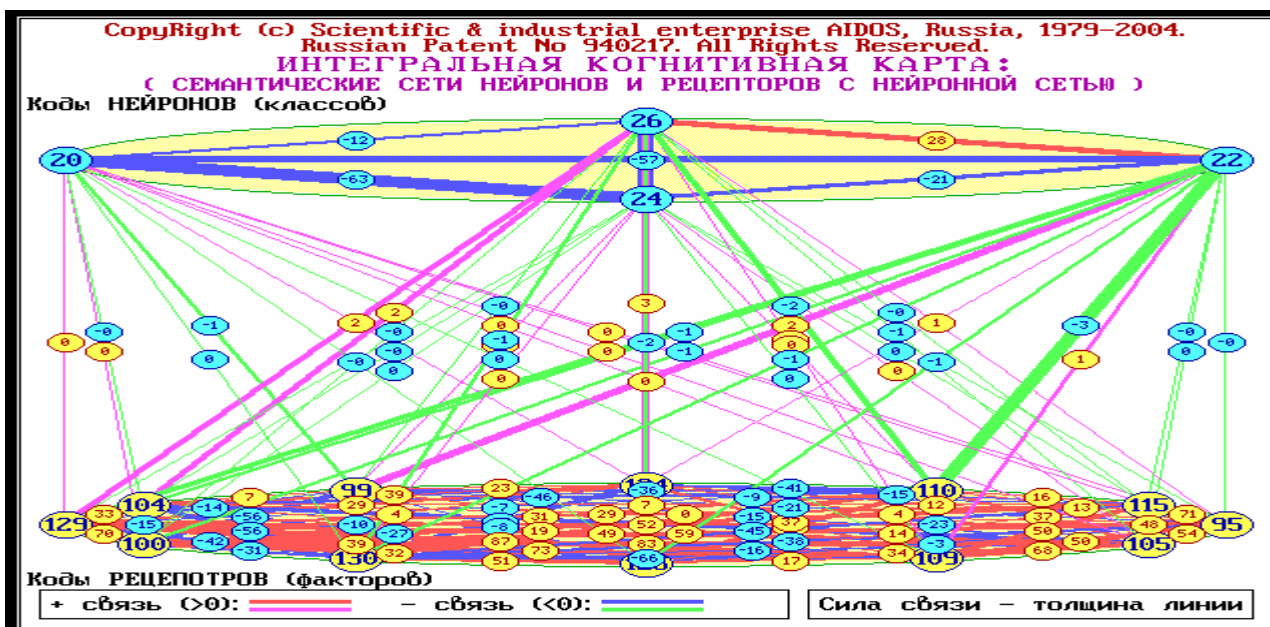


Видно, что профиль информативности признака C14 испытуемого 315 во многом соответствует профилю признака C11 для испытуемого 166. Аналогичен пик для класса «латентность более 1 секунды» и обратный пик на классе 6 – латентность ответа между -0.3 и -0.1 сек.

Система позволяет строить также обобщенные профили признаков и семантические сети (сети сходства) для признаков и классов. Примером обобщенного профиля является следующий рисунок. На нем изображены все профили всех признаков, разложенные по всем классам.



На следующем рисунке изображена так называемая «интегральная когнитивная карта». В ее верхней части расположена семантическая сеть четырех классов правильности счета (11-14). Сила связи между ними говорит о степени сходства участков ЭЭГ, соответствующих различным классам. В нижней части расположена аналогичная сеть для подмножества признаков - параметров корреляции. Сила связи также означает степень сходства вклада различных признаков (фактически корреляцию профилей) в классы. Связи между верхним и нижним уровнями соответствуют информационному портрету отдельного класса (точнее выборке корреляционных параметров).



Применение этих инструментов анализа позволяют надеяться на обнаружение закономерностей, общих для одинаковых классов у различных испытуемых.

В результате применения системы «Эйдос» к спектральным данным, также были получены результаты. В среднем из каждых восьми классов, представленных достаточным количеством примеров, хорошо (т.е. выше 65% верных распознаваний) распознавались два класса, т.е. четверть. Классы, представленные недостаточным количеством примеров, распознавались, как правило, лучше.

Также, как и для распознавания на основе набора амплитудных и корреляционных параметров, для распознавания на основе спектров не удалось найти общих паттернов для десяти классов – разных латентностей ответов. Судя по всему, причиной этого может быть искусственное выделение фиксированных градаций латентности ответа. Результатом этого могло служить то, что одинаковые паттерны признаков соответствовали различным «ячейкам» - выделенным классам латентности ответа. И, таким образом, различным латентностям ответа у одного испытуемого может соответствовать один и тот же паттерн признаков. Подобным паттернам признаков могут соответствовать различные «ячейки» у разных испытуемых.

Решением этой проблемы может стать выделение градаций ответа на основе равномерного деления кривой распределения ответов (например, по площади под функцией) или на основе предварительно проведенного кластерного анализа. Мы проделали эту процедуру: система «Эйдос» позволяет осуществлять процедуру формирования классов на основе конструктов, полученных в результате кластерного анализа, выполняемого одной из подсистем программы. Предварительные результаты весьма хороши.

Портреты четырех классов правильности счета (классы 11-14), сформированные на основе данных о спектрах, однако, обладают общей структурой, повторяющейся от человека к человеку.

Рассмотрим информативные параметры класса 11.

Так, класс 11 – «анализируемый участок относится к серии пропусков с правильным их количеством (5)» имеет некоторые характерные черты. Портреты класса, сформированные для разных испытуемых, подобны друг другу в нескольких отношениях. Обобщенный портрет класса «верное количество пропусков» можно описать следующим образом:

Для спектральных характеристик, сопровождающих верное количество пропусков

		Fp1	Fp2	C3	C4	P3	P4	O1	O2
Дельта	Характерны						ВЫСОКИЕ		ВЫСОКИЕ

нижний	Нехарактерны		высокие	высокие		высокие		высокие	
Дельта верхний	Характерны								высокие
	Нехарактерны	высокие	высокие			высокие			
Тета	Характерны								
	Нехарактерны	высокие		высокие	высокие	высокие	высокие	высокие	высокие
Альфа	Характерны	высокие	высокие	высокие	высокие		высокие	высокие	
	Нехарактерны	низкие	низкие	низкие	низкие	низкие	низкие	низкие	низкие
Сигма	Характерны			высокие				высокие	высокие
	Нехарактерны	низкие	низкие	низкие					низкие
Бета	Характерны								
	Нехарактерны	низкие		низкие		низкие	низкие	низкие	низкие

Рассмотрим информативные параметры класса 12. Класс 12 – «анализируемый участок относится к серии пропусков с неправильным их количеством» имеет некоторые характерные черты.

Для спектральных характеристик, сопровождающих ошибочное количество пропусков

		Fp1	Fp2	C3	C4	P3	P4	O1	O2
Дельта нижний	Характерны	Средние			Высокие				
	Не характерны	Высокие			Низкие	Высокие			
Дельта верхний	Характерны					Средние		Средние	
	Не характерны	Высокие		Низкие		Высокие	Низкие	Низкие	Низкие
Тета	Характерны								
	Не характерны								
Альфа	Характерны	Низкие						Низкие	Низкие
	Не характерны	Высокие и св.высокие	Высокие и св.высокие	Высокие и св.высокие	Высокие и св.высокие	Высокие и св.высокие	Высокие и св.высокие	Высокие и св.высокие	Высокие и св.высокие
Сигма	Характерны	Средние				Средние			Средние
	Не характерны	Высокие	Высокие	Высокие				Высокие	Высокие
Бета	Характерны		Низкие	Низкие			Низкие	Низкие	
	Не характерны			Высокие Низкие				Высокие Низкие	Низкие

На основе анализа портретов классов у разных испытуемых мы приходим к выводу, что портреты классов отличаются друг от друга в нескольких диапазонах закономерным образом.

Классу 11 (правильное количество пропусков) соответствуют в целом *высокие* значения мощности в альфа-диапазоне, а классу 12 (неверное количество пропусков) соответствуют в целом *низкие* значения мощности в альфа-диапазоне. Эта закономерность проявляется по всем каналам.

Классу 11 соответствуют в целом *высокие* значения мощности в диапазоне бета-ритма, а классу 12 соответствуют в целом *низкие* значения мощности в диапазоне бета-ритма.

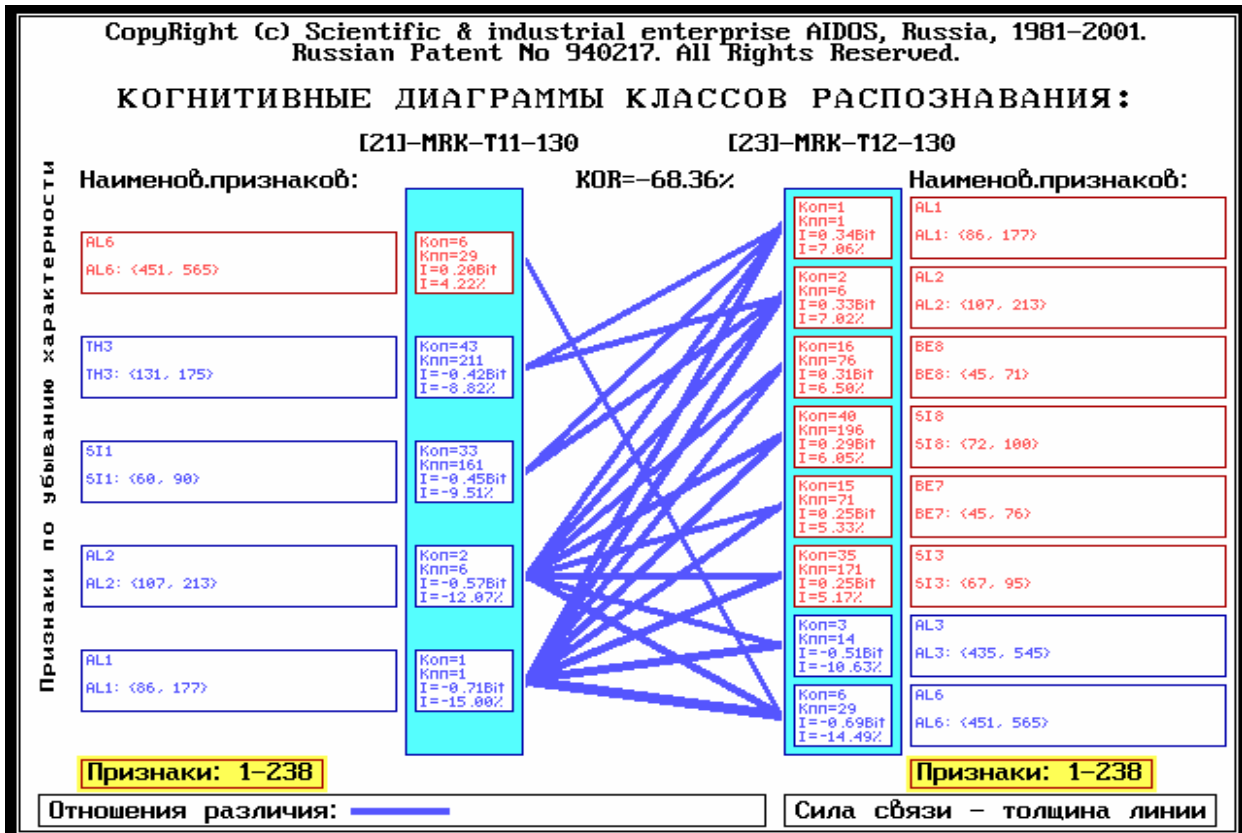
Классу 11 соответствуют в целом *низкие* значения в диапазоне тета-ритма. Классу 12 не соответствуют определенные характеристики в диапазоне тета-ритма.

Классу 11 соответствуют в целом более *высокие* значения мощности в диапазоне сигма-ритма, причем как правило в каналах [C3,O1,O2]. Классу 12 соответствует ровно противоположное поведение мощности сигма-ритма в точности в тех же каналах.

Анализируя когнитивные диаграммы двух сравниваемых классов для трех испытуемых, у которых одновременно оба рассматриваемых класса обладают достаточно высокой валидностью, можно наблюдать описанные выше принципиальные различия.

На данных когнитивных диаграммах выбраны для отображения лишь признаки, вносящие наибольшее количество информации в различие между сравниваемыми классами. Синяя линия, соединяющая два признака, означает, что находятся в антикорреляции либо сами признаки, либо признаки, находящиеся с отображенными признаками в сильной корреляции.

В красные прямоугольники заключены признаки, характерные для класса, в синие – не характерные для класса.



Когнитивная карта: испытуемый 256

Рассмотрим далее пару классов 13 и 14 («Верное количество нажатий в серии» и «ошибочное количество нажатий в серии»)

Рассмотрим класс 13 (Правильное количество нажатий)

		Fp1	Fp2	C3	C4	P3	P4	O1	O2
Дельта нижний	Характерны							средние	
	Не характерны			средние					средние
Дельта верхний	Характерны		средние			средние			
	Не характерны					Средние, низкие, сверхвысокие	средние	средние	
Тета	Характерны				высокие				
	Не характерны	высокие	высокие			высокие			высокие
Альфа	Характерны	высокие		Св.высокие		Св.высокие		Св.высокие	
	Не характерны	средние	средние			средние	Средние Св.высокие	средние	

Сигма	Характерны							средние
	Не характерны	высокие					высокие	высокие
Бета	Характерны					средние		
	Не характерны	высокие	высокие	Низкие, высокие		высокие	высокие	Низкие, высокие

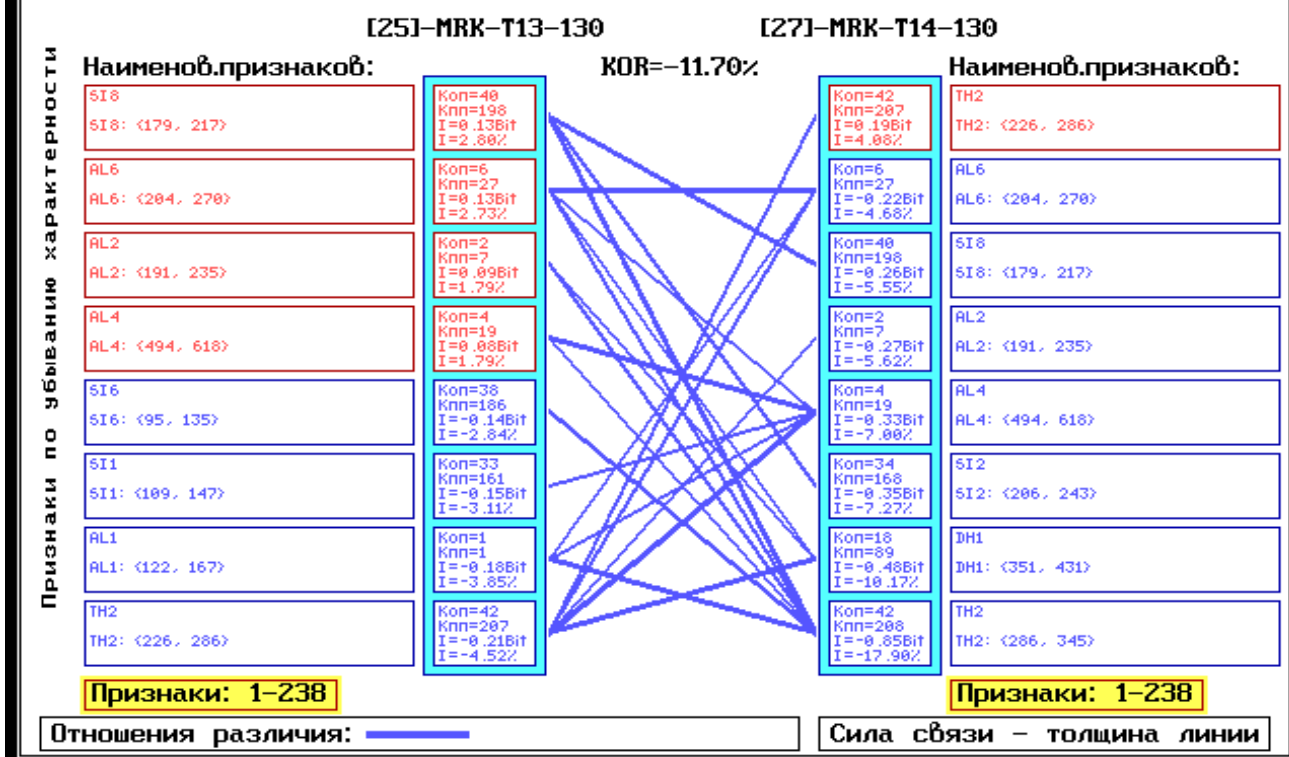
Рассмотрим класс 14

Картина довольно сложная, но некоторые тенденции все же проявляются.

		Fr1	Fr2	C3	C4	P3	P4	O1	O2
Дельта нижний	Характерны	сверхвысокие			сверхвысокие				
	Не характерны	высокие	низкие		низкие	высокие			
Дельта верхний	Характерны								
	Не характерны	высокие низкие				низкие		низкие	
Тета	Характерны	средние		средние	сверхвысокие	сверхвысокие	средние		
	Не характерны	высокие	высокие средние		высокие	высокие		высокие средние	средние
Альфа	Характерны	высокие средние	Св.высокие средние	высокие	высокие	Св.высокие	Св.высокие	Св.высокие	Св.высокие средние
	Не характерны	высокие средние	высокие	Св.высокие	Св.высокие высокие	высокие	Св.высокие средние	Св.высокие высокие средние	Св.высокие высокие
Сигма	Характерны								
	Не характерны	высокие	Св.высокие	Св.высокие высокие			высокие	высокие	высокие Св.высокие
Бета	Характерны								
	Не характерны	высокие	высокие	высокие			высокие	высокие	

Из наблюдений исходных портретов классов у разных испытуемых можно увидеть, что признаки данного класса обладают значительной вариативностью от испытуемого к испытуемому с одной стороны, а с другой обладают значительной вариативностью внутренней структуры. То есть информативными являются не выраженности параметров определенных диапазонов, а их паттерны. При этом общие тенденции видны на диаграмме.

КОГНИТИВНЫЕ ДИАГРАММЫ КЛАССОВ РАСПОЗНАВАНИЯ:



Испытуемый 846

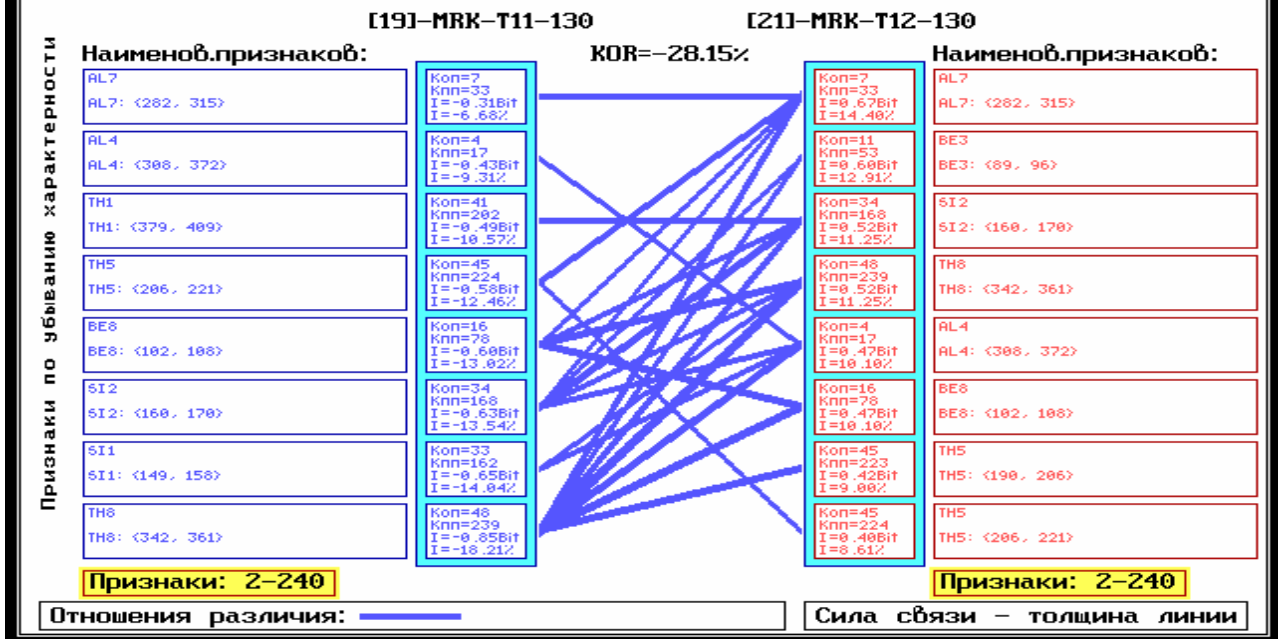
Классу верного количества нажатий (13) характерны высокие значения в диапазоне альфа ритма, и не характерны высокие значения в диапазоне тета-ритма. Класс ошибочных нажатий (14) обладает противоположной комбинацией этих параметров. Классу 13 свойственен выраженный сигма-ритм в канале 8, что не свойственно классу 14.

Таким образом, в целом соотношения классов 13 и 14 соответствуют таковым у классов 11 и 12. То есть классы верного выполнения задания характеризуются выраженным альфа ритмом и низкими значениями тета-ритма. Классы ошибок связаны с обратной картиной.

В свете полученных результатов особенно интересно сравнить попарно классы 11 и 13 (верное количество пропусков и верное количество нажатий), а также классы 12 и 14 (ошибочное количество нажатий и ошибочное количество пропусков).

Рассмотрим первую пару классов.

КОГНИТИВНЫЕ ДИАГРАММЫ КЛАССОВ РАСПОЗНАВАНИЯ :



Испытуемый 895

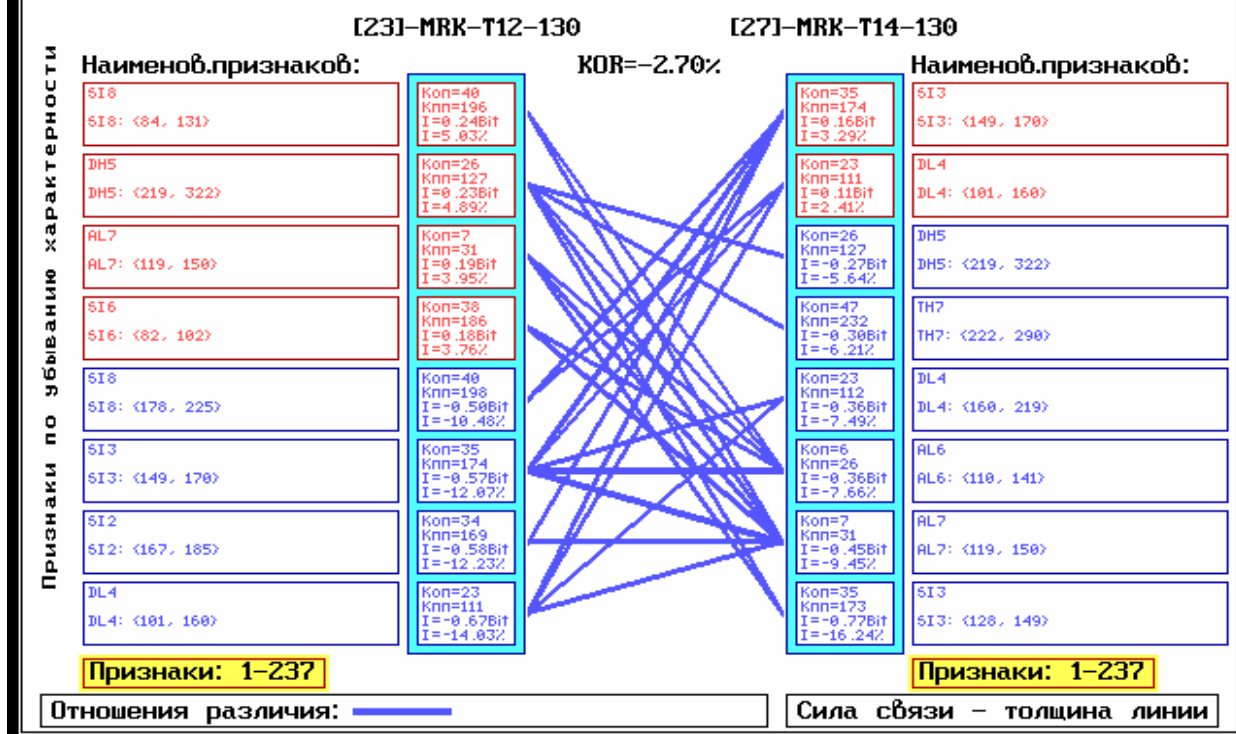
На когнитивных диаграммах отражены те признаки классов, которые вносят наибольшее количество информации в различие между классами распознавания.

В целом видно, что картина различения не столь четкая, как между классами 11 и 12 или 13 и 14. Можно заметить, что классы различаются тем, что классу 13 более, чем классу 11, свойственны сверхвысокие значения альфа-ритма в некоторых отведениях. Также значительны различия в диапазоне сигма-ритма, но какой-то определенной тенденции, свойственной всем испытуемым, на первый взгляд не видно. Скорее можно говорить о индивидуальных паттернах в диапазоне сигма-ритма, отличающих классы друг от друга.

Также видно, что классу 13 (правильные нажатия) свойственны в целом более высокие значения в диапазоне бета-ритма и тета-ритма. Хотя в целом это не является общей тенденцией и можно сказать, что различия между классами заключаются в разной структуре пространственно-амплитудных паттернов в диапазоне сигма и дельта - ритмов.

Рассмотрим результаты сравнения классов 12 и 14 – ошибочных пропусков и ошибочных нажатий.

КОГНИТИВНЫЕ ДИАГРАММЫ КЛАССОВ РАСПОЗНАВАНИЯ:



Испытуемый 849

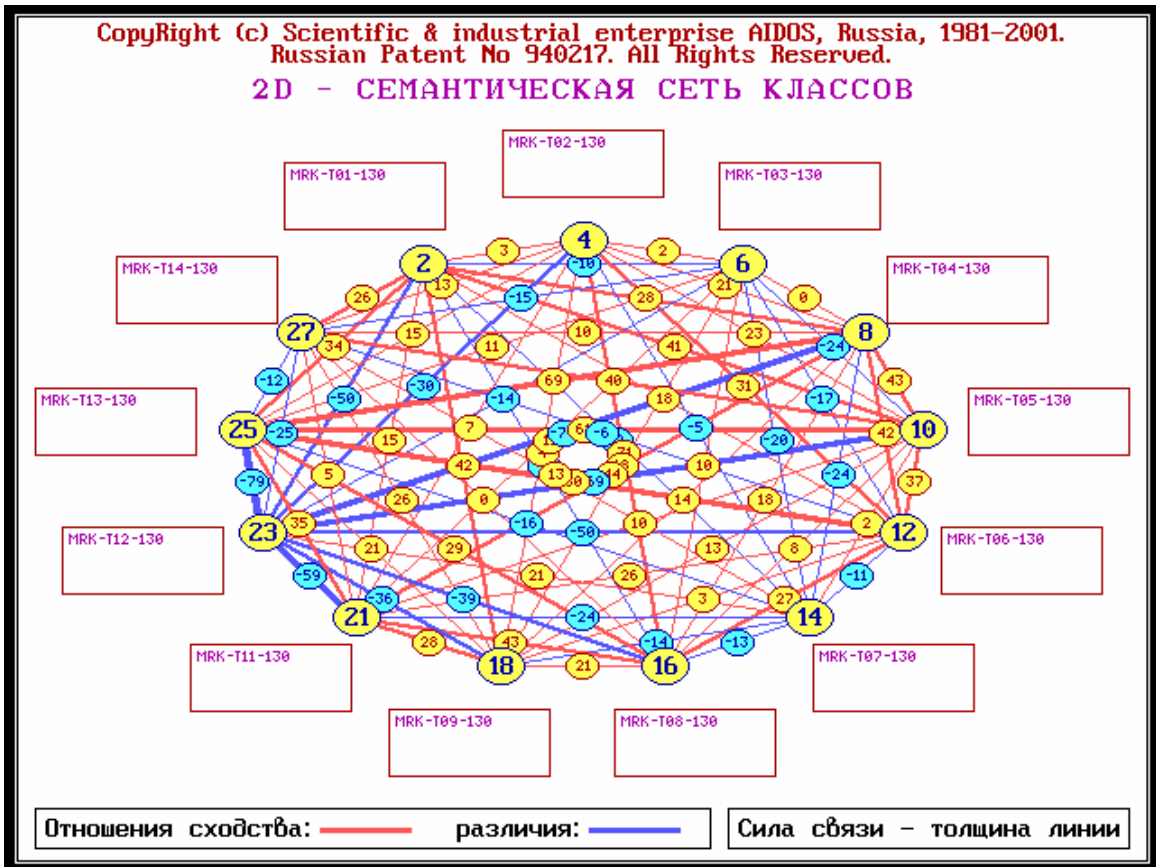
Сравнивая когнитивные диаграммы классов 12 и 14 у различных испытуемых, сложно прийти к выводу о постоянно повторяющихся спектральных особенностях, отличающих классы друг от друга.

Скорее можно сказать, что классы отличаются в первую очередь различной топографической картиной активности в альфа-диапазоне, а также в сигма-диапазоне. В сигма диапазоне также прослеживается некоторая тенденция – классу 12 более свойственны высокие значения активности в сигма-диапазоне, и не свойственны сверхвысокие значения в этом диапазоне. Класс 14 обладает противоположной картиной – ему свойственны сверхвысокие значения в сигма-диапазоне и не свойственны высокие значения. Наиболее информативными в сигма-диапазоне являются каналы [C3,P4,O1,O2].

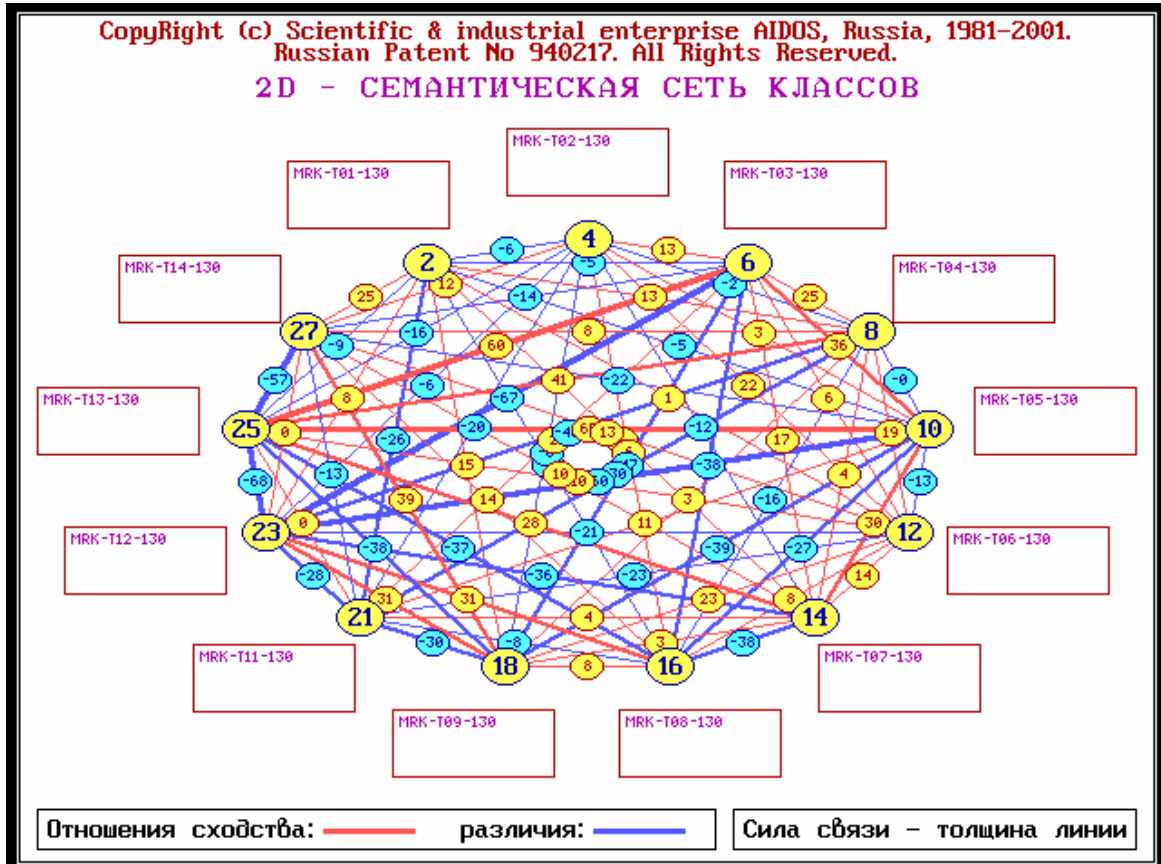
Также заметна тенденция к различиям в активности дельта-диапазона. Классу 12 свойственны высокие значения в верхнем и нижнем дельта диапазонах канала [P3] и не свойственны средние значения в нижнем дельта диапазоне канала [C4]. Классу 14 характерны средние значения в нижнем дельта-диапазоне каналов [C4,P3] и не свойственны высокие значения в нижнем и верхнем дельта-диапазонах канала [P3].

В целом же можно сказать, что различия этих двух классов содержатся в топографии активности сигма и дельта-диапазонов. При этом паттерны различны для разных испытуемых.

О взаимосвязи четырех подробно рассмотренных классов (11-14) и классов латентности ответа (T01-T10) можно сказать немного. Воспользовавшись инструментом «семантических сетей» системы «Эйдос», можно обнаружить некоторые закономерности. На следующих рисунках отображены семантические сети всех классов для одного и того же испытуемого, но построенные на основе данных о спектрах – на первой диаграмме, и на основе данных о параметрах фоновой ЭЭГ – на второй диаграмме. Отношениям сходства соответствуют красные линии между номерами классов, отношениям различия – синие линии. Сила связи отображена толщиной линии и числом в ее середине.



По спектру, испытуемый 833



По параметрам фоновой ЭЭГ, испытуемый 833

Увиденные отношения не однозначны и этот материал требует дальнейшего анализа, однако можно увидеть, что крайние латентности (большие опережения и большие латентности ответа – T01 и T08 и T09) похожи (связаны красной линией) с классом T12 (Ошибочные пропуски). Это говорит о том, что паттерны ЭЭГ, обуславливающие эти события-классы, похожи между собой. Эта тенденция лучше видна на данных фоновой ЭЭГ, чем на данных спектров.

Также можно увидеть сходство паттернов ЭЭГ, предшествующих опережениям и поздним реакциям – классы 1 и 9, 2 и 8 связаны положительными связями, которые более отчетливо видны на данных спектров.

Примеры работы методов:

В качестве примера приведем образцы работы двух систем расчета.

Прогноз с помощью регрессионного анализа:

На следующей таблице изображен фрагмент таблицы с данными испытуемого **895**. Столбцы с серой заливкой (**T03-T14**, столбцы T7-T13 вырезаны в данном примере) представляют собой реальные данные о событиях (130 – событие есть, 70 – события нет). В столбцах **PRD** указано предсказанное значение соответствующих событий (100 – событие есть, 70 – события нет). В столбцах **PRO** указано число, получающееся в результате подстановки в регрессионное уравнение реальных значений. В зависимости от того, в какой индивидуально рассчитываемый бин попадает это число, принимается решение о наличии или отсутствии события, а также о неизвестном исходе. Границы бинов рассчитываются для каждого уравнения в отдельности.

Синей заливкой отмечена правильная идентификация (прогноз), красной – неправильная.

момент	T03	T04	T05	T06	.	T13	T14	PRD T03	Pro T03	PRD T04	Pro T04	PRD T05	Pro T05	PRD T06	Pro T06	..	PRD T13	Pro T13	PRD T14	Pro T14
0414745	70	70	130	70	.	130	70	0	71	0	72	100	86	0	91	..	100	100	0	80
0415030	70	70	70	130	.	130	70	0	71	0	73	0	72	100	94	..	0	86	0	80
0415357	70	70	70	130	.	130	70	0	70	0	69	0	67	0	93	..	100	98	0	79
0415699	70	70	130	70	.	130	70	0	71	100	74	100	83	0	89	..	100	105	0	79

Прогноз с помощью системы «Эйдос»:

На следующем рисунке изображен рабочий экран подсистемы вывода результатов распознавания. Каждому реальному событию («наименование физ.источн.инф») соответствует один наиболее похожий класс (результат распознавания) – «наименование класса распознавания». Степень сходства с этим классом приведенного примера (набора параметров, описывающих ЭЭГ) отражена в столбце «% сходства». Качество распознавания отражено в столбце «кач-во результат».

C:\aidosy\INDIVI~2\895_ok\RASP.EXE

Универсальная когнитивная аналитическая система 23:22 (с) НПП «ЭИДОС»
Подсистема распознавания. Вывод результатов пакетного распознавания

№№ анкет	Наименование физ.источн.инф.	Код клас	Наименование класса распознавания	% Сход	Кач-во результат ?
180	895/2055.	15	MRK-T08-70	26	7.027
182	895/2059.	21	MRK-T11-130	28	13.659
184	895/2062.	21	MRK-T11-130	28	1.857
186	895/2065.	25	MRK-T13-130	24	1.762
188	895/2068.	7	MRK-T04-70	39	18.738
190	895/2072.	13	MRK-T07-70	21	4.280
192	895/2075.	21	MRK-T11-130	29	10.548
194	895/2078.	7	MRK-T04-70	37	14.075
196	895/2081.	14	MRK-T07-130	18	0.899
198	895/2084.	7	MRK-T04-70	16	3.572
200	895/2088.	25	MRK-T13-130	34	15.741
202	895/2091.	26	MRK-T14-70	25	5.772
204	895/2095.	21	MRK-T11-130	30	14.566
206	895/2098.	15	MRK-T08-70	32	13.854
208	895/2101.	14	MRK-T07-130	18	5.065
210	895/2102.	5	MRK-T03-70	21	0.000
212	895/2106.	13	MRK-T07-70	18	4.256

F1 Карта идентификации объекта с классами F2 Сортировка F3 Печать итогов F4 Поиск

В реальности, каждому примеру (набору параметров, описывающих участок ЭЭГ) соответствует с разной степенью сходства сразу несколько классов, из которых выбирается наиболее похожий. На следующем рисунке отображена карточка результатов распознавания объекта 204, на предыдущем рисунке описанном пятой строкой снизу. Там он распознан как принадлежащий к классу T11 («правильное количество пропусков»). Это верное распознавание.

На следующем рисунке видно, что это действительно тот класс, с которым объект имеет наибольшее сходство. Также он имеет слабое сходство с классом T04 («Время реакции в промежутке между -0.1 и 0.1») и T12 («ошибочное количество пропусков»). Больше всего непохож этот участок ЭЭГ на классы, обратные упомянутым выше («НЕ правильное количество пропусков» и «НЕ время реакции в промежутке между -0.1 и 0.1»)

C:\aidosy\INDIVI~2\895_ok\RASP.EXE

Универсальная когнитивная аналитическая система 23:12 (с) НПП «ЭИДОС»

№анкеты: 204 Наим.физ.источника: 895/2095. Качество: 14.566%

Код	Наименование класса	%	Гистограмма сходств/различий
21	MRK-T11-130	30	
8	MRK-T04-130	20	
13	MRK-T07-70	15	
26	MRK-T14-70	15	
11	MRK-T06-70	14	
9	MRK-T05-70	14	
24	MRK-T13-70	9	
23	MRK-T12-130	3	
15	MRK-T08-70	-8	
22	MRK-T12-70	-9	
12	MRK-T06-130	-12	
16	MRK-T08-130	-12	
27	MRK-T14-130	-14	
14	MRK-T07-130	-16	
7	MRK-T04-70	-26	
20	MRK-T11-70	-32	

F1 Стр.↑ F2 Стр.↓ F3 Печать карточки F4 Печать всех карточек F5 Печать сводной формы

В результате проведенного анализа мы можем сделать несколько **выводов**:

1. В индивидуальных характеристиках электроэнцефалограммы содержатся информативные признаки, обеспечивающие прогноз характера ответа на стимул в психомоторном тесте.
2. Признаки, обеспечивающие прогноз характера ответа на стимул, индивидуальны.
3. Признаки, обеспечивающие прогноз характера ответа на стимул, устойчивы и сохраняются при изменении функционального состояния.

Также мы можем сделать вывод о предпочтительной применимости регрессионного анализа в задачах с высокой ценой «ложной тревоги». Эта предпочтительность является следствием существования доверительных интервалов в процедуре предсказания с помощью регрессионного анализа. Система «Эйдос» обладает аналогом доверительных интервалов – достоверностью распознавания, но в настоящее время интерфейс системы не позволяет легко использовать эту возможность.

С другой стороны, система «Эйдос» позволяет осуществлять детальный анализ паттернов признаков. Эта система также является адаптивной и способна осуществлять пересинтез рабочей модели в автоматическом режиме.

Кроме этого, нам удалось увидеть, что существуют некоторые повторяющиеся паттерны признаков, повторяющиеся у различных испытуемых. В дальнейшем мы планируем провести расчеты с большим количеством признаков, концентрируясь на тех из них, которые показали наибольшую информативность в данном исследовании – а именно на параметрах пространственной корреляции. Также мы планируем совместить в одном наборе амплитудно-корреляционные признаки и спектральные признаки. Спектральные признаки мы планируем рассчитывать в узких окнах и сделать спектры более детализированными.

Литература

1. Щукин Т.Н., Дорохов В. Б., Лебедев А.Н., Луценко Е.В. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: постановка задачи. // Научный журнал КубГАУ. – 2004.– №4(6). – 9 с. <http://ej.kubagro.ru>.

2. Щукин Т.Н., Дорохов В. Б., Лебедев А.Н., Луценко Е.В. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: описание эксперимента. // Научный журнал КубГАУ. – 2004.– №4(6). – 9 с. <http://ej.kubagro.ru>.