

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение  
города Москвы  
«Школа № 1411»

НАУЧНЫЙ ПРОЕКТ  
по информатике  
на тему: Разработка программного обеспечения «Профессиональный  
ориентир»

Выполнил:  
ученик 9 «Д» класса

Григоренко Павел Дмитриевич

Руководитель:  
учитель информатики

Захарова Алина Максимовна

Москва, 2026 г.

## РЕФЕРАТ

В данном научном проекте представлены результаты разработки программного обеспечения «Профессиональный ориентир», реализующего автоматизацию процесса идентификации личности по профессиональной направленности на основе сбора, обработки, анализа и диагностики параметров биоэлектрической активности головного мозга – значений электроэнцефалограммы.

Для решения задачи классификации личности по типам профессиональной направленности применён метод анализа временных рядов электроэнцефалограмм: расчёт статистических параметров и построение фазовых портретов. Уменьшение размерности данных осуществлялось методом сравнительного анализа отведений. Для идентификации типа профессиональной направленности применялся непараметрический статистический метод проверки гипотез.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, анализ электроэнцефалографической информации, классификация данных электроэнцефалограммы по профессиональной направленности, статистический анализ, фазовые портреты, профессиональная ориентация.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| РЕФЕРАТ .....                                                                | 2  |
| ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ .....                                                    | 4  |
| Объект, предмет, задачи и методы исследования .....                          | 5  |
| Глава 1. Теоретические основы исследования .....                             | 6  |
| 1.1 Типология профессиональной направленности личности по Дж. Холланду ..... | 6  |
| 1.2 Электроэнцефалография как инструмент объективной диагностики .....       | 7  |
| 1.3 Обзор аналогов.....                                                      | 8  |
| Глава 2. Алгоритм обработки данных и постановка задачи .....                 | 10 |
| 2.1 Постановка задачи .....                                                  | 10 |
| 2.2 Алгоритм обработки данных ЭЭГ .....                                      | 11 |
| Глава 3. Реализация программного обеспечения .....                           | 12 |
| 3.1 Средства разработки.....                                                 | 12 |
| 3.2 Технические требования .....                                             | 13 |
| 3.3 Структура базы данных.....                                               | 13 |
| 3.4 Архитектура ПО.....                                                      | 14 |
| 3.5 Описание форм интерфейса.....                                            | 14 |
| 3.6 Алгоритм работы ПО.....                                                  | 15 |
| 3.7 Правовое обеспечение .....                                               | 15 |
| Глава 4. Результаты апробации и выводы.....                                  | 16 |
| 4.1 Организация экспериментальной выборки .....                              | 16 |
| 4.2 Уменьшение размерности данных ЭЭГ.....                                   | 16 |
| 4.3 Анализ характеристик сигналов и фазовых портретов.....                   | 16 |
| 4.4 Результаты статистическое идентификации типов .....                      | 16 |
| 4.5 Анализ и интерпретация результатов .....                                 | 17 |
| Заключение.....                                                              | 18 |

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ**

АЦП – аналого-цифровой преобразователь  
БД – база данных  
ПО – программное обеспечение  
ОС – операционная система  
ПК – персональный компьютер  
СУБД – система управления базами данных  
ФП – фазовый портрет  
ЭЭГ – электроэнцефалограмма  
BL – Business layer (уровень бизнес-логики)  
DL – Data layer (уровень доступа к данным)  
PL – Presentation layer (уровень представления)  
UML – Universal Modeling Language

## Объект, предмет, задачи и методы исследования

**Объектом исследования** является биоэлектрическая активность головного мозга человека, регистрируемая методом электроэнцефалографии (ЭЭГ) в процессе прохождения теста профессиональной направленности личности по методике Дж. Холланда.

В качестве конкретного материала исследования выступают временные ряды электроэнцефалограмм 65 испытуемых в возрасте от 18 до 32 лет, зарегистрированные по 19 отведениям в соответствии с международной системой «10–20 %» с частотой дискретизации 250 Гц при помощи аппаратно-программного комплекса «Мицар-ЭЭГ».

**Предметом исследования** являются статистические характеристики временных рядов ЭЭГ и фазовые портреты, рассматриваемые как количественные диагностические признаки для классификации личности по типу профессиональной направленности.

### Задачи исследования:

**Теоретическая.** Изучить предметную область: исследовать психологическую концепцию типов профессиональной направленности личности Дж. Холланда (модель RIASEC), методы регистрации и анализа ЭЭГ-сигналов, а также существующие аналоги программных систем профориентационной диагностики.

**Аналитическая.** Обосновать и разработать алгоритм обработки данных ЭЭГ для последующей классификации испытуемого по одному из шести профессиональных типов (R, I, S, C, P, A).

**Экспериментальная.** Провести натурный эксперимент по регистрации ЭЭГ испытуемых: сформировать контрольную выборку (18 человек) и тестовую выборку (47 человек).

**Программная.** Реализовать ПО «Профессиональный ориентир» в среде Visual Studio на языке C# с базой данных на платформе MS SQL Server.

**Аналитическая (апробация).** Провести апробацию разработанного ПО на тестовой выборке и сформулировать выводы.

### Методы исследования:

#### 1. Теоретические методы

| Метод                     | Применение                                            |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|
| Анализ научной литературы | Изучение концепции Холланда, методов анализа ЭЭГ      |
| Сравнительный анализ      | Обзор аналогов систем профориентации                  |
| Синтез                    | Объединение статистического и аналитического подходов |
| Системный подход          | Рассмотрение личности как динамической системы        |

#### 2. Эмпирические методы

| Метод | Применение |
|-------|------------|
|-------|------------|

|                                  |                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| Нейрофизиологический эксперимент | Регистрация ЭЭГ при помощи «Мицар-ЭЭГ» |
| Психологическое тестирование     | Определение типа по тесту Холланда     |
| Наблюдение                       | Визуальный анализ фазовых портретов    |

### 3. Методы обработки данных

| Метод                      | Назначение                                  |
|----------------------------|---------------------------------------------|
| Коэффициент Кендалла       | Сокращение размерности с 19 до 10 отведений |
| Расчёт характеристик рядов | Описание особенностей каждого отведения ЭЭГ |
| Фазовые портреты           | Графическое отображение характера сигнала   |
| Критерий Манна-Уитни       | Идентификация профессионального типа        |

4. Методы разработки программного обеспечения: ООП (C#), Реляционное проектирование БД, UML-моделирование.

## Глава 1. Теоретические основы исследования

### 1.1 Типология профессиональной направленности личности по Дж. Холланду

Проблема профессионального самоопределения личности остаётся актуальной в условиях стремительной цифровой трансформации рынка труда. В настоящее время, когда значительная часть профессий претерпевает существенные изменения под влиянием технологий искусственного интеллекта и автоматизации, задача своевременного и точного определения профессиональной направленности человека приобретает стратегическое значение [14, 15].

Главная задача специалистов, осуществляющих тестирование по профессиональной ориентации, заключается в идентификации типов профессиональной направленности личности – для правильного подбора работы начинающему специалисту, школьнику для выявления профессиональных интересов и компетенций, а в специализированных учреждениях – для постановки диагноза. Данное тестирование проводится с целью выявления профессиональных интересов, смене рода деятельности и др.

Теоретическую основу настоящей работы составляет психологическая концепция профессиональной направленности личности, разработанная американским учёным Джоном Льюисом Холландом в 1985 году [14]. Согласно данной концепции, известной под аббревиатурой RIASEC, выделяются шесть психологических типов личности, каждому из которых соответствует определённая профессиональная среда. Данную методику можно адаптировать и использовать для оценки и подбора персонала [14, 15].

Реалистичный тип (R) – высокая эмоциональная стабильность, ориентация на практическую деятельность с конкретными физическими объектами, развитые моторные

навыки и пространственное мышление. Наиболее органичные сферы: инженерное дело, механика, агрономия, физика, кибернетика, спорт [14].

Интеллектуальный тип (I) – аналитический склад ума, независимость суждений, преобладание теоретических ценностей. Ориентация на нестандартные интеллектуальные задачи, склонность к интроверсии. Гармоничное сочетание вербального и невербального интеллекта. Сферы: математика, география, геология, научные профессии [14].

Социальный тип (S) – выраженные коммуникативные способности, стремление к лидерству, эмпатия, потребность в помощи окружающим. Преобладание вербального интеллекта. Сферы: психология, медицина, педагогика [14].

Конвенциальный тип (C) – предпочтение структурированной деятельности по чётким алгоритмам, консерватизм, исполнительность. Сферы: бухгалтерия, финансы, делопроизводство, экономика [14].

Предприимчивый тип (P) – энергичность, инициативность, стремление к лидерству, предприимчивость. Успешность в управленческих, дипломатических и предпринимательских профессиях [14].

Артистический тип (A) – воображение, интуиция, независимость мышления, оригинальность, высокий уровень экстравертированности. Сферы: история, филология, искусство, дизайн [14].

Соответствие профессиональным требованиям, предъявляемым при приёме на работу, является важным фактором при выборе кандидатов на вакантную должность. Тестирование, проводимое методическим сотрудником средне-школьного звена, поможет либо определиться с направлением профессионального образования (колледж, техникум), либо с направленностью 10-го класса. Использование методики Холланда в качестве дополнительной оценки при приёме на работу помогает более точно определить соответствие работника должности, на которую он претендует [15].

## **1.2 Электроэнцефалография как инструмент объективной диагностики**

Традиционные методы профориентационной диагностики – анкетирование, тестирование, интервью – основаны преимущественно на субъективных данных: ответах самого испытуемого и интерпретации специалиста-психолога (методиста). Подобный подход несёт неустранимую погрешность, обусловленную социальной желательностью ответов и когнитивными искажениями специалиста. В настоящем проекте совершена попытка уйти от субъективного суждения эксперта, проводящего тестирование, и от субъективных ответов человека, проходящего тест. Достигнуть этой цели помогло применение объективных нейрофизиологических данных.

Электроэнцефалография – раздел электрофизиологии, изучающий закономерности суммарной электрической активности мозга, отводимой с поверхности кожи головы, а также метод записи таких потенциалов (Рис. 1) [1]. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) – неинвазивный метод исследования функционального состояния головного мозга путём регистрации его биоэлектрической активности (рис. 2). Он отражает изменения функции коры головного мозга и глубоких мозговых структур, обеспечивая миллисекундное временное разрешение, недоступное другим методам нейровизуализации – в частности, позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) [1].



Рис.1 Проведение эксперимента

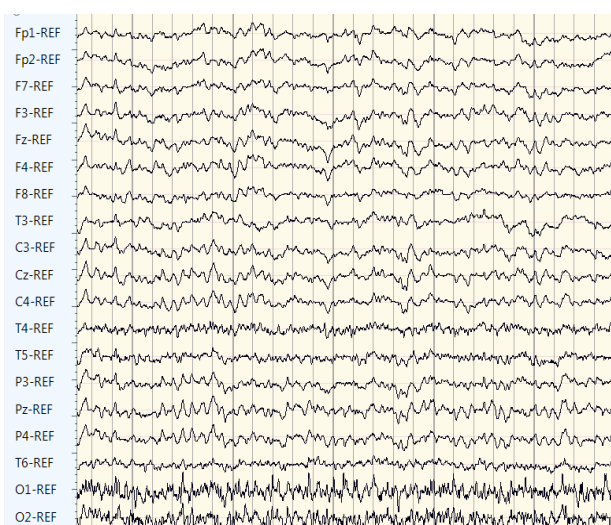


Рис. 2 Сигнал электроэнцефалограммы

В настоящем исследовании регистрация ЭЭГ осуществлялась по международной системе «10–20 %» по 19 отведениям в монополярном режиме с двумя референтными электродами на мочках ушей. Запись производилась с частотой дискретизации 250 Гц при помощи электроэнцефалографа «Мицар-ЭЭГ» [11]. Для анализа выбирался одноминутный участок в середине четырёхминутного интервала регистрации – период, когда испытуемый отвечал на вопросы теста профессиональной направленности по методике Холланда (тест из 42 вопросов) [14].

### 1.3 Обзор аналогов

В настоящее время прямых аналогов ПО «Профессиональный ориентир», осуществляющего профориентационную диагностику на основе объективных нейрофизиологических данных, не существует [2, 3]. Рассмотренные косвенные аналоги разделяются на две группы:

1. Методики определения профессиональной направленности:



1.1. «Дифференциально-диагностический опросник» (Е. А. Климов) – методика для выявления профессиональных склонностей человека. Представляет собой опросник из 20 альтернативных суждений, по результатам которого определяется ориентация человека на 5 типов профессий по классификации Е. А. Климова: «человек – природа», «человек – техника», «человек – человек», «человек – знаковая система», «человек – художественный образ». Ограничения: методика основана исключительно на субъективных ответах испытуемого. Классификация на 5 типов является более грубой по сравнению с моделью RIASEC Холланда [14]. Объективные нейрофизиологические данные отсутствуют.

1.2. «Карта интересов» (А. Е. Голомшток) – методика, основанная на принципе самооценки испытуемыми своих интересов к различным видам учебной и профессиональной деятельности. Профессиональный интерес рассматривается как избирательная направленность личности на профессию как на социально-психологическую роль. Состоит из 174 вопросов. Ограничения: полная зависимость от субъективных ответов испытуемого. Значительный объём опросника снижает достоверность данных вследствие утомления испытуемого. Объективный нейрофизиологический компонент отсутствует.

## 2. Автоматизированные системы профориентации

2.1. Компьютерная программа «ИКС-222» [2] предназначена для школьников и студентов, стоящих перед проблемой выбора профессии, а также для педагогов, психологов и профконсультантов. Содержит три блока: формирование профессионального запроса, экспертный блок подбора профессий (222 формулы), справочный блок описаний профессий. Стоимость: 500 рублей. Ограничения: система полностью основана на субъективных ответах пользователя. Объективные нейрофизиологические данные не используются.

2.2. Автоматизированная экспресс-профориентация «Ориентир» (И. Л. Соломин) [3] предназначена для диагностики профессиональных склонностей молодёжи и взрослых. Включает анкету «Ориентация» (10–15 минут) и карту профессий. Стоимость комплекта: 9 700 рублей. Ограничения: несмотря на декларируемое научное обоснование, система основана исключительно на субъективных данных испытуемого. Объективные физиологические показатели не задействованы.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика аналогов и программного обеспечения «Профессиональный ориентир»

## Сравнительная характеристика аналогов и программного обеспечения

## «Профессиональный ориентир»

| Аналог                      | Ведущий когнитивный стиль | Субъективность | Нейрофизиологические данные |
|-----------------------------|---------------------------|----------------|-----------------------------|
| ДДО (Климов)                | Анкетирование             | ✗ Высокая      | ✗ Нет                       |
| «Карта интересов»           | Анкетирование             | ✗ Высокая      | ✗ Нет                       |
| «ИКС-222»                   | Опросник                  | ✗ Высокая      | ✗ Нет                       |
| «Ориентир»                  | Анкетирование             | ✗ Высокая      | ✗ Нет                       |
| «Профессиональный ориентир» | Параметры ЭЭГ             | ✓ Отсутствует  | ✓ Да                        |

Программное обеспечение «Профессиональный ориентир» занимает уникальную нишу: является единственным решением, основывающим классификацию профессионального типа на объективных нейрофизиологических данных.

## Глава 2. Алгоритм обработки данных и постановка задачи

## 2.1 Постановка задачи

Программное обеспечение «Профессиональный ориентир» предназначено для автоматизации процесса классификации и идентификации личности по профессиональной направленности. Система позволяет объективно определить профессиональный тип человека, опираясь на измеримые нейрофизиологические показатели. Это стало возможным благодаря переходу от субъективно-качественной оценки к объективно-количественной – характеристикам временных рядов электроэнцефалограммы, снятой с испытуемого в момент тестирования.

Целевая аудитория:

| Категория                                                                                                      | Цель                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|  Нейропсихолог / специалист | Объективная диагностика профтипа                     |
|  Работодатель               | Оценка соответствия кандидата                        |
|  Научный сотрудник          | Исследования в нейропсихологии, физиологии, медицине |
|  Образовательное учреждение | Ранняя профориентация школьников                     |

Параметры системы:

| Параметр                       | Значение                    |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Число отведений ЭЭГ на входе   | 19 (система «10–20 %») [11] |
| Число отведений после отбора   | 10 [9]                      |
| Частота дискретизации          | 250 Гц [11]                 |
| Анализируемый участок          | 1 минута                    |
| Число типов классификации      | 6 (RIASEC) [14]             |
| Критический уровень значимости | $\alpha_{кр} = 0,05$ [8]    |
| Контрольная выборка            | 18 человек (по 3 на тип)    |
| Тестовая выборка               | 47 испытуемых               |

## 2.2 Алгоритм обработки данных ЭЭГ

Предварительный анализ данных ЭЭГ показал, что их статистические свойства существенно отличаются от классических «идеальных» сигналов [4]. Это ограничивает применимость стандартных методов анализа и требует специального подхода к обработке данных [4, 6]. В связи с этим разработан трёхэтапный алгоритм обработки, описанный ниже.

### Этап 1. Отбор информативных отведений

На первом этапе из 19 исходных каналов ЭЭГ отбираются наиболее информативные (значимые). Для этого все 19 отведений попарно сравниваются между собой – всего анализируется 171 пара [9]. Каждая пара проверяется на степень взаимосвязи: если два отведения несут практически одинаковую информацию, одно из них исключается из дальнейшего анализа как избыточное. По результатам данной процедуры из 19 отведений отбираются 10 наиболее независимых и информативных [9].

Благодаря этому этапу удаётся существенно снизить объём вычислений и устранить ситуацию, когда несколько каналов «дублируют» друг друга, что могло бы привести к искажению итогового результата.

### Этап 2. Расчёт характеристик и построение фазовых портретов

На втором этапе для каждого из 10 отобранных отведений рассчитываются три группы характеристик, описывающих поведение сигнала ЭЭГ [4, 6]:

| Характеристика    | Физический смысл                                         |
|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Площадь охвата    | Насколько «широко» колеблется сигнал по двум измерениям  |
| Объём охвата      | Насколько «объёмно» ведёт себя сигнал по трём измерениям |
| Координаты центра | Среднее положение сигнала в пространстве характеристик   |

Эти характеристики рассчитываются как разность между максимальным и минимальным значениями сигнала по каждому из измерений – то есть отражают диапазон изменчивости электрической активности мозга испытуемого [4].

Одновременно для каждого отведения строится фазовый портрет – специальный график, на котором по горизонтальной оси откладывается текущее значение сигнала ЭЭГ, а по вертикальной – скорость его изменения [6]. Форма такого графика уникальна для каждого человека и несёт информацию о характере его мозговой активности. Сравнение фазовых портретов типичного представителя профессионального типа и случайного испытуемого позволяет визуально оценить их сходство ещё до применения статистической процедуры.

### Этап 3. Статистическое сравнение и идентификация типа

На третьем, заключительном, этапе рассчитанные характеристики испытуемого последовательно сравниваются с эталонными характеристиками каждого из шести профессиональных типов по Холланду – R, I, S, C, P, A [8, 14].

Для сравнения применяется статистический метод, не требующий предположений о виде распределения данных [8]. По результатам сравнения формулируются две конкурирующие гипотезы:

- Гипотеза  $H_0$  – характеристики ЭЭГ испытуемого совпадают с характеристиками типичного представителя данного профессионального типа → испытуемый принадлежит к данному типу;
- Гипотеза  $H_1$  – характеристики ЭЭГ испытуемого не совпадают → испытуемый не принадлежит к данному типу.

Решение принимается на основе уровня статистической значимости:

| Результат сравнения                   | Вывод               |
|---------------------------------------|---------------------|
| Сходство подтверждено статистически ✓ | Тип идентифицирован |
| Сходство не подтверждено ✗            | Тип не подходит     |

Процедура повторяется для каждого из шести типов. Тип или типы, для которых подтверждено статистическое сходство, считаются профессиональным типом испытуемого [8, 14].

## Глава 3. Реализация программного обеспечения

### 3.1 Средства разработки

Программное обеспечение «Профессиональный ориентир» реализовано как настольное приложение для персонального компьютера под управлением ОС Windows [12].

| Компонент             | Технология                    |
|-----------------------|-------------------------------|
| Среда разработки      | Visual Studio 2022            |
| Язык программирования | C#                            |
| Платформа             | .NET 8 LTS                    |
| СУБД                  | MS SQL Server Express LocalDB |
| Язык запросов         | Transact-SQL                  |

Visual Studio – интегрированная среда разработки ПО для платформ Windows, Android и iOS. Включает редактор исходного кода, дизайнер форм, дизайнер классов и схем баз данных [12].

Microsoft SQL Server – система управления реляционными базами данных. Основной используемый язык запросов – Transact-SQL. Используется для работы с базами данных любого масштаба [13].

### 3.2 Технические требования

Рабочая станция специалиста:

| Компонент | Требование                       |
|-----------|----------------------------------|
| ОС        | Windows 10 / Windows 11 (64-bit) |
| Процессор | 1 ГГц и выше                     |
| RAM       | 4 ГБ                             |
| Диск      | 10 ГБ свободного места           |
| Сеть      | Интернет-соединение              |

Сервер СУБД:

| Компонент | Требование                                       |
|-----------|--------------------------------------------------|
| Процессор | AMD Opteron / Intel Xeon с EM64T, $\geq 1,4$ ГГц |
| RAM       | $\geq 4$ ГБ                                      |
| ОС        | Windows Server 2019 / 2022                       |

### 3.3 Структура базы данных

База данных ПО «Профессиональный ориентир» реализована в MS SQL Server и содержит семь взаимосвязанных таблиц [13]:

| Поле                     | Тип         | Ключ |
|--------------------------|-------------|------|
| Таблица «Тип»            |             |      |
| id                       | integer     | PK   |
| type                     | varchar(20) | —    |
| Таблица «Характеристики» |             |      |
| id                       | integer     | PK   |
| characteristic           | varchar(20) | —    |
| characteristic           | varchar(20) | —    |
| Таблица «Профессии»      |             |      |
| id                       | integer     | PK   |
| profession               | varchar(40) | —    |
| Таблица «Специалист»     |             |      |
| id                       | integer     | PK   |
| first_name               | varchar(25) | —    |
| second_name              | varchar(25) | —    |
| mail                     | varchar     | —    |
| login                    | varchar     | —    |
| password                 | varchar     | —    |
| gender                   | boolean     | —    |
| Таблица «Испытуемые»     |             |      |
| id                       | integer     | PK   |
| id_expert                | integer     | FK   |
| first_name               | varchar(25) | —    |
| second_name              | varchar(25) | —    |
| DOB                      | date        | —    |
| gender                   | boolean     | —    |
| Таблица «ЭЭГ-данные»     |             |      |
| id                       | integer     | PK   |
| id_testee                | integer     | FK   |

|                         |         |    |
|-------------------------|---------|----|
| date_loading            | date    | —  |
| data                    | float   | —  |
| file_name               | varchar | —  |
| Таблица «Идентификация» |         |    |
| id                      | integer | PK |
| id_type                 | integer | FK |
| id_EEG                  | integer | FK |
| id_characteristic       | integer | FK |
| id_profession           | integer | FK |
| date                    | date    | —  |

### 3.4 Архитектура ПО

Архитектура ПО построена на трёхуровневой модели (DL – BL – PL) [5]:

- Уровень данных (DL): IRepository, RepositorySQL, Characteristic, Profession, Type, Classification, Expert, EEG-data, Testee.
- Уровень бизнес-логики (BL): ManageMath, ManageClassification, ManageReport, ManageRegistry, ManageExpert, ManageData, ManageTestee.
- Уровень представления (PL): Login, RegistryForm, ChangePassword, ExpertForm, TesteeForm, DataForm, ClassificationForm, MainReportForm.

### 3.5 Описание форм интерфейса

Интерфейс ПО «Профессиональный ориентир» разработан в соответствии с требованиями эргономики [10] и включает восемь основных форм:

Форма регистрации — ввод логина, пароля, email. После заполнения полей система отправляет письмо-подтверждение. Данная процедура обеспечивает соответствие требованиям ФЗ-152 [7] в части верификации личности оператора персональных данных.

Форма входа – ввод логина и пароля с проверкой в БД. При несовпадении – информационное сообщение об ошибке. Предусмотрено восстановление пароля через email.

Основная форма – центральный навигационный узел: личный кабинет, испытуемые, справочник типов, отчёты, настройки.

Личный кабинет специалиста – просмотр и редактирование персональных данных, изменение пароля. Соответствует требованиям ФЗ-152 [7].

Справочник типов личности – описание каждого из шести профессиональных типов по Холланду (R, I, S, C, P, A) с психологическими характеристиками и перечнем профессий [14].

Форма управления испытуемыми – ключевая рабочая форма:

- просмотр и поиск испытуемых по ФИО или номеру телефона;

- запуск идентификации профессионального типа [14];
- формирование отчётов с фильтрами (по полу, возрасту, типу, комбинированные).

Форма добавления испытуемого – ввод ФИО, даты рождения, пола; загрузка файла ЭЭГ с автоматической валидацией формата, числа отведений и частоты дискретизации.

Форма результатов идентификации отображает:

- ФИО испытуемого и дату идентификации;
- идентифицированный тип (типы) профессиональной направленности [14];
- значения асимп критерия Манна-Уитни для каждого из шести типов [8];
- психологический портрет типа и перечень рекомендованных профессий.

Поддерживается экспорт результатов в форматы XLS и DOCX.

### 3.6 Алгоритм работы ПО

Алгоритм работы программного обеспечения «Профессиональный ориентир» состоит из следующих этапов:

1. Авторизация специалиста в системе.
2. Добавление испытуемого в БД – ФИО, дата рождения, пол.
3. Загрузка файла ЭЭГ – валидация формата, числа отведений (19), частоты дискретизации (250 Гц).
4. Обработка данных ЭЭГ – отбор 10 наиболее информативных отведений из 19 [9]; расчёт характеристик сигнала по каждому отведению [4, 6]; построение фазовых портретов [6]; статистическое сравнение с эталонными данными для типов R, I, S, C, P, A [8, 14].
5. Формирование и вывод отчёта специалисту.

### 3.7 Правовое обеспечение

ПО «Профессиональный ориентир» соответствует требованиям ФЗ-152 «О персональных данных» (в ред. 2024 г.) [7]:

| Мера защиты           | Реализация                             |
|-----------------------|----------------------------------------|
| Согласие субъекта     | Обязательное подписание до диагностики |
| Конфиденциальность    | Хранение паролей в зашифрованном виде  |
| Разграничение доступа | Только авторизованный специалист       |
| Право на удаление     | Удаление данных испытуемого из БД      |

*\*С 1 сентября 2024 года операторы персональных данных обязаны уведомлять Роскомнадзор до начала обработки персональных данных [7].*

## Глава 4. Результаты апробации и выводы

### 4.1 Организация экспериментальной выборки

В рамках настоящего проекта был проведён натурный эксперимент с участием 65 человек [11]:

| Группа      | Состав                          | Назначение                        |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Контрольная | 18 человек (по 3 на каждый тип) | Эталонные значения параметров     |
| Тестовая    | 47 человек                      | Апробация алгоритма идентификации |

Контрольная группа формировалась из испытуемых, чья принадлежность к типу подтверждена независимым тестированием по методике Холланда (тест из 42 вопросов) [14]. Регистрация ЭЭГ производилась при помощи электроэнцефалографа «Мицар-ЭЭГ» [11] по системе «10–20 %». Возрастной диапазон тестовой выборки: 18–32 года.

### 4.2 Уменьшение размерности данных ЭЭГ

Из исходных 19 отведений был выполнен расчёт коэффициентов Кендалла для всех 171 пары отведений [9]. По результатам анализа матрицы отобраны 10 независимых отведений ( $\tau \leq 0,7$ ). Остальные 9 признаны избыточными и исключены из дальнейшего анализа. Это позволило существенно снизить объем вычислений и повысить точность последующей классификации.

### 4.3 Анализ характеристик сигналов и фазовых портретов

Сравнительный анализ характеристик сигналов ЭЭГ типичного представителя и случайного испытуемого показал выраженные различия по всем группам параметров [4, 6]. Визуальное сопоставление фазовых портретов [6] подтвердило различия в конфигурации траекторий:

- Фазовые портреты типичного представителя – устойчивая характерная конфигурация, воспроизводимая на большинстве отведений [4];
- Фазовые портреты случайного испытуемого другого типа – принципиально иная форма и геометрия траектории [6].

Таким образом, уже на этапе визуального анализа фазовых портретов можно наблюдать качественные различия в характере мозговой активности представителей разных профессиональных типов.

### 4.4 Результаты статистическое идентификации типов

Для каждого из 47 случайных испытуемых выполнено последовательное статистическое сравнение с эталонными данными всех шести профессиональных типов. Результаты представлены в таблице 2, где символом ✓ выделены случаи подтвержденного сходства – то есть идентификационного типа [8]:



Таблица 2

Результаты статистического сравнения с эталонными данными 6-ти профессиональных  
типов

| №  | Возраст | R | I | S | C | P | A | Тип     | №  | Возраст | R | I | S | C | P | A | Тип     |
|----|---------|---|---|---|---|---|---|---------|----|---------|---|---|---|---|---|---|---------|
| 1  | 19      | ✓ | — | — | ✓ | — | — | R, C    | 25 | 19      | — | — | ✓ | — | ✓ | — | S, P    |
| 2  | 19      | — | — | — | — | ✓ | — | P       | 26 | 21      | — | — | — | — | ✓ | — | P       |
| 3  | 21      | — | ✓ | — | — | — | — | I       | 27 | 21      | — | — | — | — | ✓ | ✓ | P, A    |
| 4  | 20      | — | ✓ | ✓ | — | — | — | I, S    | 28 | 21      | ✓ | — | — | — | — | ✓ | R, A    |
| 5  | 21      | ✓ | — | ✓ | — | — | — | R, S    | 29 | 21      | — | ✓ | — | ✓ | — | — | I, C    |
| 6  | 21      | — | — | — | — | — | ✓ | A       | 30 | 20      | — | — | ✓ | — | — | — | S       |
| 7  | 21      | ✓ | — | — | — | ✓ | — | R, P    | 31 | 22      | — | — | ✓ | — | — | — | S       |
| 8  | 21      | — | — | ✓ | — | ✓ | — | S, P    | 32 | 21      | ✓ | — | — | ✓ | — | — | R, C    |
| 9  | 23      | ✓ | — | — | ✓ | — | — | R, C    | 33 | 21      | ✓ | — | ✓ | — | — | ✓ | R, S, A |
| 10 | 25      | ✓ | — | ✓ | — | — | — | R, S    | 34 | 26      | — | — | ✓ | — | — | ✓ | S, A    |
| 11 | 26      | — | — | — | — | ✓ | ✓ | P, A    | 35 | 32      | — | — | — | — | ✓ | — | P       |
| 12 | 21      | — | ✓ | — | — | — | — | I       | 36 | 20      | ✓ | — | ✓ | — | — | ✓ | R, S, A |
| 13 | 19      | — | — | — | — | — | ✓ | A       | 37 | 19      | — | — | ✓ | ✓ | — | — | S, C    |
| 14 | 20      | — | — | ✓ | — | ✓ | — | S, P    | 38 | 28      | — | ✓ | ✓ | — | — | ✓ | I, S, A |
| 15 | 19      | — | — | — | — | — | ✓ | A       | 39 | 26      | — | — | — | — | ✓ | — | P       |
| 16 | 28      | — | — | ✓ | — | ✓ | — | S, P    | 40 | 24      | ✓ | — | — | — | — | ✓ | R, A    |
| 17 | 26      | — | ✓ | — | ✓ | ✓ | — | I, C, P | 41 | 22      | — | ✓ | ✓ | — | — | ✓ | I, S, A |
| 18 | 24      | — | — | ✓ | — | — | — | S       | 42 | 29      | ✓ | — | — | — | — | — | R       |
| 19 | 22      | — | — | — | — | ✓ | — | P       | 43 | 20      | — | ✓ | ✓ | — | — | — | I, S    |
| 20 | 31      | — | — | — | ✓ | — | — | C       | 44 | 21      | — | ✓ | ✓ | — | — | — | I, S    |
| 21 | 20      | — | ✓ | — | — | — | — | I       | 45 | 18      | — | — | ✓ | — | — | — | S       |
| 22 | 21      | — | ✓ | ✓ | — | — | ✓ | I, S, A | 46 | 19      | — | — | — | — | — | ✓ | A       |
| 23 | 22      | ✓ | — | — | — | — | ✓ | R, A    | 47 | 19      | ✓ | ✓ | — | — | ✓ | — | R, I, P |
| 24 | 18      | ✓ | — | — | — | ✓ | — | R, P    |    |         |   |   |   |   |   |   |         |

#### 4.5 Анализ и интерпретация результатов

В таблице 3 представлены распределения идентификационных типов.

Таблица 3

Распределение идентификационных типов

| Тип                  | Число идентификаций | Доля от выборки |
|----------------------|---------------------|-----------------|
| R (Реалистичный)     | 18                  | 38,3%           |
| I (Интеллектуальный) | 14                  | 29,8%           |
| S (Социальный)       | 22                  | 46,8%           |
| C (Конвенциональный) | 10                  | 21,3%           |
| P (Предприимчивый)   | 20                  | 42,6%           |
| A (Артистичный)      | 16                  | 34,0%           |

#### Ключевые выводы:

Применимость метода – характеристики сигналов ЭЭГ являются информативными диагностическими признаками для задачи классификации профессиональной

направленности личности [4, 6]. Различия между данными типичных представителей разных профессиональных типов подтверждены статистически [8].

Смешанные типы – более 60% испытуемых идентифицированы как представители двух и более типов одновременно, что соответствует концепции Холланда о смешанных профессиональных типах [14].

Объективность – результаты основаны исключительно на данных электроэнцефалографии [1] и не зависят от субъективных ответов испытуемого.

Перспективы развития:

| Направление                                       | Ожидаемый эффект                       |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Интеграция технологий машинного обучения          | Повышение точности классификации       |
| Адаптация под портативные ЭЭГ-устройства          | Расширение доступности                 |
| Внедрение в школьную профориентацию (8–11 классы) | Ранняя диагностика                     |
| Интеграция с кадровыми платформами                | Применение в корпоративном рекрутменте |

### Заключение

В ходе настоящего научного проекта были решены все поставленные задачи и достигнута основная цель – разработано и апробировано программное обеспечение «Профессиональный ориентир», реализующее автоматизированную классификацию личности по типу профессиональной направленности на основе анализа данных электроэнцефалограммы.

#### Основные результаты:

- Изучена предметная область и проведён обзор аналогов, подтвердивший отсутствие прямых аналогов – все существующие системы основаны на субъективных данных испытуемых.
- Разработан трёхэтапный алгоритм обработки данных ЭЭГ: отбор информативных отведений, расчёт характеристик сигналов и построение фазовых портретов, статистическая идентификация профессионального типа.
- Реализовано ПО на языке C# [12] в среде Visual Studio с базой данных MS SQL Server, включающее восемь функциональных форм интерфейса.
- Проведена апробация с участием 65 человек: алгоритм успешно идентифицировал профессиональный тип для всех 47 испытуемых тестовой выборки.

**Новизна работы:** впервые предложен подход к классификации профессиональной направленности личности на основе объективных характеристик сигналов ЭЭГ без привлечения субъективных данных испытуемого.

**Практическая значимость:** ПО может применяться нейropsychологами, работодателями [15] и образовательными учреждениями для ранней профориентации школьников.

### Список литературы

1. Алиев Н. А., Зимин М. И., Иляшенко Л. К. Нейробиологические методы оценки функционального состояния человека: современные подходы // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т.28. – №3. – С. 74–80.
2. Бахметьев В. И., Ларин Д. А. Цифровые технологии в профессиональной ориентации молодёжи: обзор современных инструментов // Инновации в образовании. – 2022. – №4. – С. 31–38.
3. Белова Е. С., Рябова Т. В. Автоматизированные системы профориентации: анализ рынка и перспективы развития // Современная психология. – 2023. – №1. – С. 55–62.
4. Григоренко В. В., Зимин М. И., Иляшенко Л. К. Нестационарность временных рядов биосигналов и методы их анализа // Естественные и технические науки. – 2021. – №6. – С. 112–118.
5. Гришин А. С., Попов Д. В. Проектирование программных систем с использованием UML: современные практики // Программная инженерия. – 2022. – №3. – С. 14–21.
6. Иляшенко Л. К., Полухин А. Г., Прохоров С. А. Анализ фазовых портретов биомедицинских сигналов: методология и применение // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – №2. – С. 44–51.
7. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» (в ред. Федерального закона от 08.08.2024 № 233-ФЗ).
8. Карасёв В. Е., Петухов И. В. Непараметрические методы статистики в задачах медицинской диагностики // Биомедицинская инженерия. – 2022. – №4. – С. 28–34.
9. Кисляков П. А., Шмелёва Е. А. Корреляционный анализ и методы снижения размерности данных в психофизиологических исследованиях // Психологический журнал. – 2021. – Т.42. – №2. – С. 89–96.
10. ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования. – М.: Стандартинформ, 2020.
11. Комплекс аппаратно-программный электроэнцефалографический «Мицар-ЭЭГ». Руководство по эксплуатации. – МИРН.943119.001 РЭ. – СПб., 2021.

12. Microsoft. Visual Studio 2022. Документация разработчика. – Microsoft Docs, 2024.
13. Microsoft. Справочник по Transact-SQL (SQL Server 2022). – Microsoft Docs, 2024.
14. Седых А. Б., Попова О. С. Типология профессиональной направленности личности Дж. Холланда: актуальность и современные приложения // Психология труда и организационная психология. – 2022. – №2. – С. 77–85.
15. Тимченко В. А., Кузнецов И. А. Нейрофизиологические методы в профессиональном отборе персонала: перспективы и ограничения // HR-технологии. – 2023. – №1. – С. 42–49.