

Создание сверточной нейросети “NeuroVision” для анализа МРТ снимков

Проект для участия в суперфинале кейс-
чемпионата

Команда “супчик”

Наша команда



Анастасия
Самсонова
Капитан команды



Анна Малакшанидзе
Исследователь



Арина Бурдина
Специалист по ИИ



Анна Рубина
Финансовый Аналитик

Executive summary

Проблема

Большое количество ошибок при ручной постановке диагноза по МРТ снимкам головного мозга.

Решение

Сверточная нейросеть для анализа МРТ снимков, постановки диагноза и предотвращения развития болезней на ранних этапах.

Анализ рынка

Подробное изучение конкурентов, ЦА, потенциальных инвесторов.

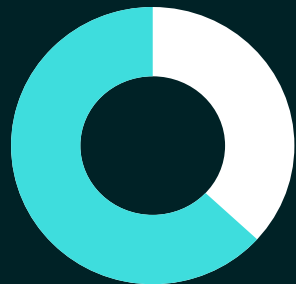
Реализация

Финансовые расчеты, дорожная карта, проверка решения, прототип технологии.

Проблема

Многие люди сталкиваются с неверными интерпретациями МРТ снимков головного мозга. Это мешает им вовремя получить надлежащее лечение, а многим спортсменам, находящимся в группе риска, и вовсе может стоить их карьеры.

Из 357 рассмотренных случаев хотя бы одну неточность в первичной интерпретации МРТ нашли в 246. Абсолютно верными были лишь 111.



- неточно интерпретированные МРТ (68.9%)
- верно интерпретированные МРТ (31.1%)

Рис. 1 частота ошибок в интерпретации МРТ

В настоящий момент применение цифровых технологий повышает точность диагностики в среднем всего на 5%, но это всё ещё не даёт стопроцентного результата.

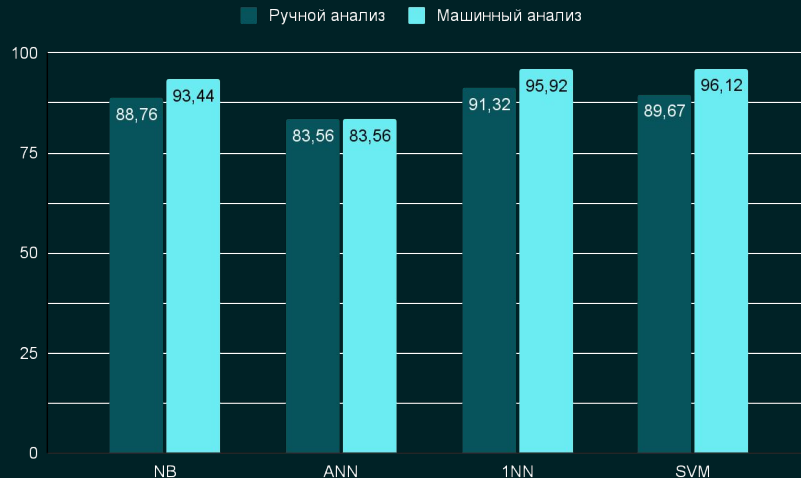


Рис. 2 точность диагностики в зависимости от применения нейронных сетей

Бизнес идея

Решение

Создание IT-компании “NeuroVision”. Продажа мед. учреждениям лицензий на сайт/веб-приложение с нейросетью, работающей с МРТ снимками мозга.

Нейронная сеть, анализирующая снимок МРТ:

- Диагностирует наличие заболевания
- Определяет заболевание
- Выделяет участки, на которые врачу стоит обратить внимание
- Определяет стадию заболевания

Техническая реализация:

- Сбор и подготовка данных
- Проектирование архитектуры нейронной сети
- Обучение модели
- Проверка на тестовой выборке и внесение изменений в гиперпараметры, архитектуру для улучшения показателей
- Деплоймент модели
- Поддержка и обновление

Разработка прототипа

Решение

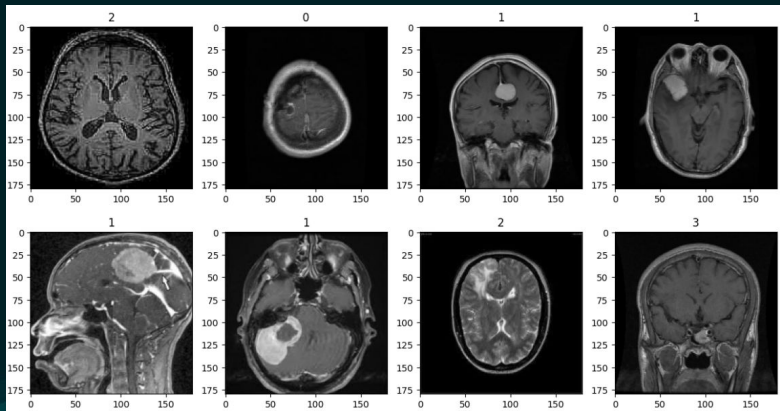


Рис. 3 пример данных из датасета

| $\hat{y} \setminus y$ | glioma | meningioma | notumor | pituitary |
|-----------------------|--------|------------|---------|-----------|
| glioma | 291 | 9 | 0 | 0 |
| meningioma | 52 | 228 | 19 | 7 |
| notumor | 2 | 1 | 402 | 0 |
| pituitary | 1 | 2 | 1 | 296 |

Рис. 5 таблица результатов модели (\hat{y}) к верным ответам (y)

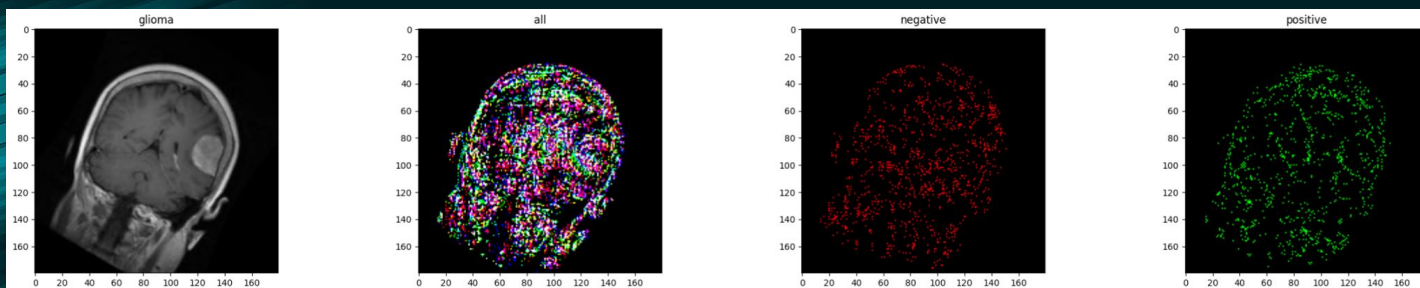
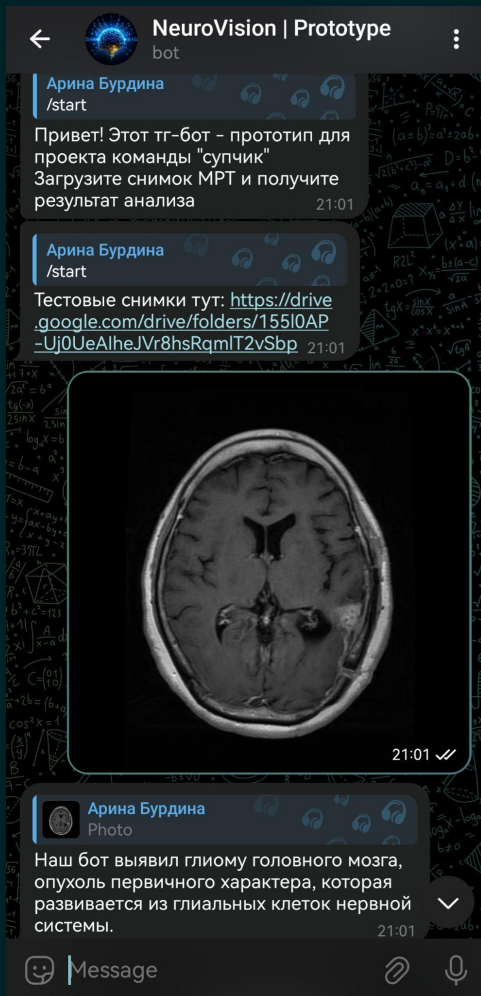


Рис. 4 пример обработки по пикселям

accuracy \approx 98.7%

*Подробнее в Google Colab в Приложении 2



Тг-бот NeuroVision

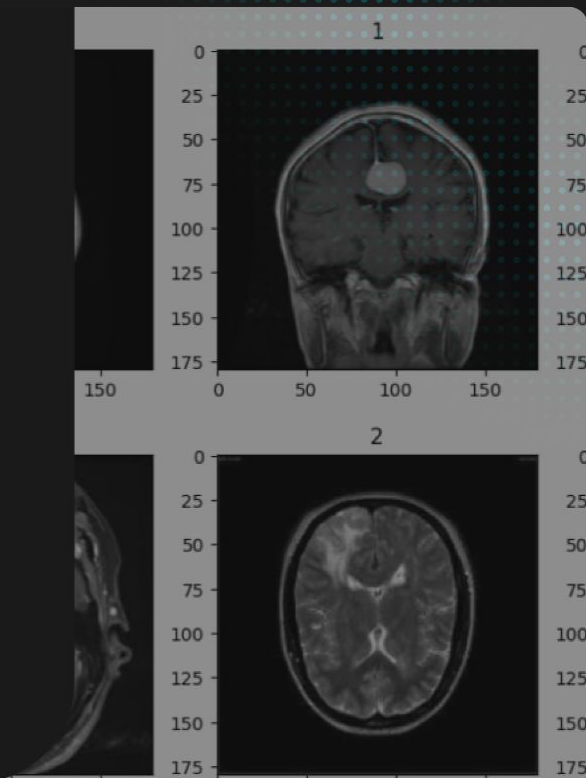


Добро пожаловать в NeuroVision

Сверточная нейронная сеть для анализа МРТ СНИМКОВ

Наша программа направлена на помощь врачам в интерпретации результатов МРТ.

Загрузите изображение и выберите, на наличие какой болезни вы хотите проанализировать снимок.





Главная страница

Пожалуйста, загрузите изображение и выберите болезнь на наличие которой вы хотите проверить снимок



Загрузите изображение



Выберите болезнь из списка



Проверка решения

Решение



**Ховрин Валерий
Владиславович**

Доктор медицинских наук, заведующий отделением рентгенодиагностики и компьютерной томографии, врач высшей квалификационной категории

- Касаемо ошибок и неточностей, может произойти так, что внимание врача будет направлено на описание другой патологии, из-за чего он не заметит опухоль на ранних стадиях болезни. Далее, когда она увеличится в размерах, необходимое лечение будет куда более дорогостоящим и времязатратным.
 - В некоторых случаях, чтобы определить, является образование доброкачественным или злокачественным, необходимо провести специальное исследование, во время которого возможно совершить много ошибок.
-
- Исходя из своего опыта работы с ИИ при постановке диагноза с помощью МРТ, я считаю, что задача нейросетей - снизить нелечебную нагрузку на врачей и помочь им в случае большой загруженности.
 - Обычно при постановке диагноза нам приходится использовать справочную литературу или обращаться к более опытным специалистам, что занимает много времени.



**Семенцова Ольга
Владимировна**

Рентгенолог, младший научный сотрудник Научно-исследовательского института скорой помощи имени Н.В. Склифосовского

Проверка решения

Решение

Нашей команде удалось провести пробный запуск программы и получить обратную связь от специалистов:

- Врачу с этой нейросетью придется выполнять двойную работу, так как пока нейросеть нелегитимна. Специалист будет ставить свое заключение, а потом проверять его с помощью программы.
- На рабочих местах есть врачи, которые вообще не умеют работать с компьютерами. Это же касается нейросети.
- Сейчас ИИ для врачей неудобен, так как их компьютеры зависают из-за всех программ, открытых одновременно. Врачи не будут использовать это в качестве перепроверки, если это не будет упрощать работу.

Выводы и изменения после разговора с врачами:

- Чтобы уменьшать время, которое врач тратит на описание патологий мозга, нужно прооптимизировать программу.
- Необходимо добавить в нашу команду методиста, который разработает курс по использованию программы и будет инструктировать врачей во время использования программы.

Юридическая часть



Решение

- 1) Чтобы продавать лицензию на использование нашего продукта клиникам, мы начали регистрировать патент, закрепляющий за нами авторское право на код и название.
- 2) Также мы заключили договор о намерениях с ООО "Основа", занимающаяся проектировкой объектов здравоохранения. По нему компания обязуется встретиться с нашими представителями для обсуждения условий сотрудничества.

В пользовательском соглашении мы прописываем, что результат работы программы не является достоверной оценкой, а для постановки диагноза требуется подтверждение врача. Таким образом, ответственность за здоровье пациента все еще лежит на специалисте.

При регистрации на сайте пользователь соглашается с нашей политикой конфиденциальности, подписывает соглашение на обработку персональных данных и пользовательское соглашение.



СОГЛАШЕНИЕ О НАМЕРЕНИЯХ заключить договор о предоставлении права использования программного обеспечения

г. Москва

«01» декабря 2023 г.

Физическое лицо Самсонова Анастасия Никитична, являющееся автором и разработчиком программного обеспечения сверхточной нейросети для анализа МРТ снимков «NeuroVision» в дальнейшем «Лицензиар» с одной стороны, и ООО «Основа» в лице Исполнительного директора Шапрана Сергея Васильевича, именуемое в дальнейшем «Лицензиат», действующего на основании Доверенности №1 от 10.01.2023г. с другой стороны, совместно именуемые «Стороны», а по отдельности «Сторона», заключили настоящее соглашение (далее – Соглашение) о нижеследующем:

1. Стороны исходят из того, что их интересам соответствует заключение договора о предоставлении Лицензиаром права использования программного обеспечения сверхточной нейросети для анализа МРТ снимков «NeuroVision» путем передачи неисключительных (ограниченных) прав на использование Лицензиату.
2. В случае заключения договора, указанного в п.1, Лицензиар предоставляет Лицензиату на срок действия Договора право использования программного обеспечения сверхточной нейросети для анализа МРТ снимков «NeuroVision» для исследований с возможным выкупом при положительных результатах.
3. Объем прав пользования, предоставляемых по договору, может быть ограничен или расширен Лицензиаром (обладателем исключительных прав) в отношении программного обеспечения сверхточной нейросети для анализа МРТ снимков «NeuroVision» или на основании иных соглашений между сторонами.
4. Предоставление прав по настоящему договору на программное обеспечение сверхточной нейросети для анализа МРТ снимков «NeuroVision» может сопровождаться передачей правомерно изготовленных и введенных в гражданский оборот сопроводительных материалов, носителей, документация и иных принадлежностей, необходимых для эффективного использования.
5. Для обсуждения проекта договора и принятия решения о его заключении Стороны планируют встретиться до 25 декабря 2023 года.
6. Настоящее Соглашение не налагает на Стороны никаких юридических обязательств.
7. Подписи Сторон.

| | |
|---|---|
| Самсонова Анастасия Никитична Паспорт: 45 20 764914 выдан ГУ МВД г Москвы 15.07.2020 код 770-046 halvastasia@gmail.com Самсонова А.Н.  | ООО «Основа» Адрес 111024, г. Москва, ул. Энтузиастов 2-я, д. 3, офис 416 р/с 4070281000180780733 в Филиал "Корпоративный" ПАО "Совкомбанк" к/с 30101810445250000360 БИК 044525360 Тел/ф.: 8 (495) 640 33 76 Исполнительный директор Шапран С.В.  |
|---|---|



SWOT анализ



S

Strengths

Нивелирование человеческого фактора, более высокая точность диагностики (98.7%).

W

Weaknesses

Малое количество данных в открытом доступе для составления датасета.

O

Opportunities

Активное расширение рынка; рост доверия к искусственному интеллекту.

T

Threats

Отказ клиник от сотрудничества, недоверие к технологии; недостаточная оснащенность.

Целевая Аудитория

Врачи и студенты-практиканты



- Упрощение МРТ анализа
- Экономия времени
- Снижение нелечебной нагрузки на врачей-специалистов
- Повышение уровня квалификации медицинских работников за счет внедрения новых информационных технологий в учебный процесс

Медицинские учреждения



- Улучшение качества оказываемых услуг
- Увеличение доверия к учреждению
- Повышение рейтинга учреждения
- Удовлетворенность клиентов
- Повышение эффективности работы служб обеспечения
- Повышение лояльности врачей и медицинского персонала

Конкуренты

ТРЕТЬЕ МНЕНИЕ

Разработчик систем поддержки принятия врачебных решений на основе технологий искусственного интеллекта.

Наши преимущества:

- более высокая точность диагностики (98.7% > 89%)



Интегратор передовых решений с использованием технологий искусственного интеллекта в области медицины.

Наши преимущества:

- отсутствие необходимости в покупке дополнительного оборудования



Разработчик программного обеспечения медицинского назначения, в частности модулей обработки медицинских изображений.

Наши преимущества:

- более интуитивный интерфейс

**Подробнее о конкурентах в Приложении 3*

Потенциальные инвесторы



Грант по смежной теме в 2023 г на сумму до **7 млн руб.**

Департаменты здравоохранения субъектов ЦФО

Реализуют государственную политику в сфере здравоохранения, создают условия для оказания качественной медицинской помощи.



Грант по смежной теме в 2022 г на сумму **39,5 млн руб.**

Российский фонд развития информационных технологий

Государственная организация, поддерживающая разработку и внедрение цифровых решений в сфере IT, научно-технической и инновационной деятельности.



Грант по смежной теме в 2023 г на сумму **79 млн руб.**

Группа Компаний "Эксперт"

Одна из крупнейших медицинских сетей в России, успешно объединившая диагностические и многофункциональные медицинские центры.

МЕД
ИНВЕСТ
ГРУПП



Грант по смежной теме в 2023 г на сумму **350 млн руб.**

МедИнвестГрупп


Инвестиционная компания, занимающаяся созданием и развитием проектов в сфере здравоохранения. Большое внимание уделяет диагностике и лечению онкологических заболеваний.

Дорожная карта


Реализация

Регистрация (62 дня)

Разработка:

1. Сбор команды (1-2 месяца) 
2. Разработка прототипа для продвижения. Сбор данных для датасета (3-4 месяца) 
3. Написание нейронной сети, разработка сайта (6-7 месяцев) 
4. Валидация исправности работы нейросети (3 месяца)

Продвижение:

1. Привлечение инвесторов (1-2 месяца) 
2. Реклама, продвижение, переговоры с клиентами (3-4 месяца)

Запуск  Модерирование и улучшение на постоянной основе

Команда проекта

Разработка и модерация сайта:

- ML/CV инженеры (3 человека)
- Fullstack разработчики (2 человека)
- UX-UI дизайнер (1 человек)
- QA-инженер (1 человек)
- Специалист по инф. безопасности (2 человека)
- Специалист тех. поддержки (2 человека)

Сбор данных:

- Data инженеры (3 человека)
- Менеджеры для общения с поликлиниками и сбора данных для датасета (5 человек)
- Мед.эксперт (4 человека)

Остальная команда:

- CEO (1 человек)
- Бухгалтера (3 человека)
- Юристы (3 человека)
- Менеджеры продаж (4 человека)
- HR-менеджер (1 человек)
- Методист (1 человек)

Всего в команде 36 человек

Финансовые расчеты

**Ежемесячные расходы
(без учета налогов и
страховых взносов):**

| Наименование статьи | Траты, руб/мес |
|---------------------|----------------|
| Фонд оплаты труда | 5,107,000 |
| Аренда | 250,000 |
| Продвижение | 67,900 |

Ежемесячные доходы:

175 000 руб/мес - цена лицензии для доступа к сайту на одну клинику

Себестоимость проекта (18 месяцев разработки): 129 198 992 руб

**Подробнее в Приложении 1 и Приложении 2*

Инвестиции

ЦФО:

Привлекаемые инвестиции: 138,113,989 Р

РФ:

Привлекаемые инвестиции: 202,324,942 Р

Увеличиваются из-за

- расширения штата сотрудников;
- уменьшения нашей изначальной доли рынка.

Инвестиционный план:

Долевое инвестирование с ежегодной ставкой доходности = 20%

- 1) До момента, пока не начнём получать положительную прибыль, не выплачиваем ничего;
- 2) далее ежегодно отдаем инвесторам некоторую часть прибыли, пока не выкупим их доли.

**Подробнее в Приложении 1 и Приложении 2*

Финансовые расчеты

Рис. 6 график прибыли и выручки

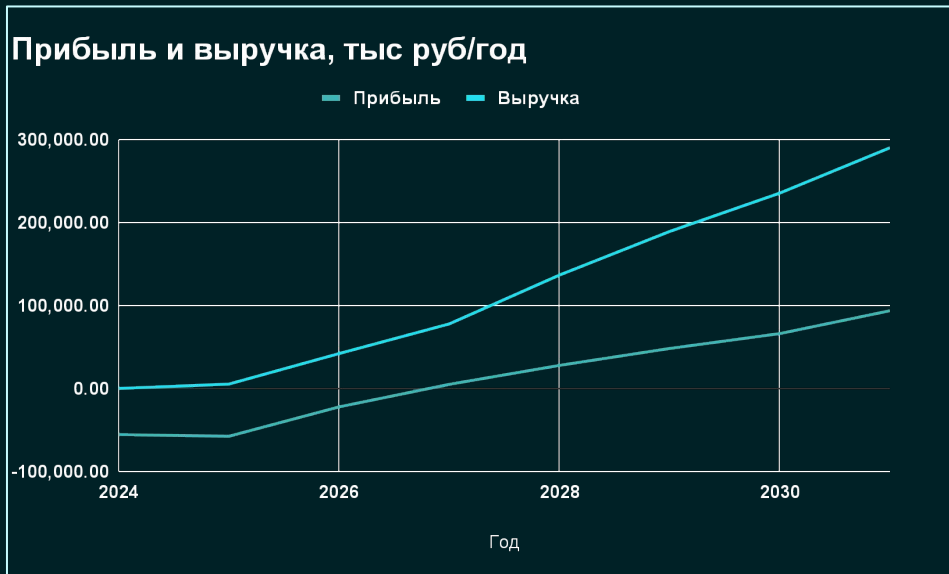
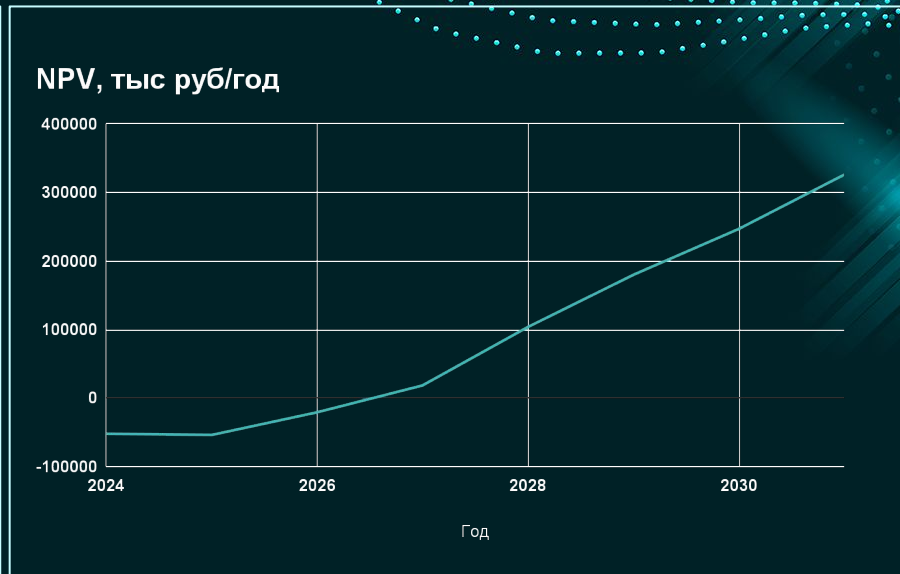


Рис. 7 NPV



Уже на четвертый год мы получаем положительную прибыль.

ROI равен 52% и 142% на 7 и 8 год соответственно.

**Подробнее в Приложении 1 и Приложении 2*

Масштабирование от ЦФО к РФ

1. Увеличение штата сотрудников:
 - На ЦФО: 23 сотрудника
 - На РФ: 36 сотрудников
2. Незначительные изменения в процессе разработки
3. Увеличение количества потенциальных клиентов:
 - На ЦФО: 431 частная клиника
 - На РФ: 1198 частных клиник
4. Последующая возможность привлечения государства
5. Увеличение объема привлекаемых инвестиций:
 - На ЦФО: 138,113,989 ₽
 - На РФ: 202,324,942 ₽

Внешние эффекты

Реализация

В 2021 году в России МРТ головного мозга была проведена около 1 000 000* раз. По нашим расчётам неточный диагноз был поставлен примерно в 687 000 случаев, а абсолютно верный - лишь в 313 000.

Наша программа должна увеличить количество верно поставленных диагнозов до 987 000.

Следовательно, мы увеличиваем точность диагностики больше, чем **в 3 раза**.

Более того, мы увеличиваем скорость диагностики, а также снижаем нелечебную нагрузку с врачей.

*<https://protiv-raka.ru/wp-content/uploads/2022/10/svodnaya-tablicza-kt-i-mrt-po-regionam1-1.pdf>

*<https://protiv-raka.ru/analytics/tarify-na-kontraste-kak-v-rossii-oplachivayutsya-kt-i-mrt/>

Заключение

1. Улучшаем точность
диагностики по МРТ
снимкам



2. Увеличиваем
вероятность назначения
верного лечения на
ранних стадиях болезни



3. Повышаем уровень
здоровья россиян



4. Имеем пути
дальнейшего развития:
расширение ЦА, выход на
международный рынок,
оптимизация технологии



Приложение 1

Зарплаты сотрудников:

1. Middle+/Senior ML/CV Engineer - 280000 руб./мес.
2. Middle+/Senior Data Engineer - 280000 руб./мес.
3. Middle+ Full-stack developer - 160000 руб./мес.
4. UX/UI Designer - 150000 руб./мес.
5. Information security specialist - 160000 руб./мес.
6. Technical support specialist - 80000 руб./мес.
7. HR manager - 60000 руб./мес.
8. CEO - 310000 руб./мес.
9. Sales manager B2B - 150000 руб./мес.
10. Methodist - 60000 руб./мес.
11. MedExpert (radiologist) - 100000 руб./мес.
12. Accountant - 70000 руб./мес.
13. Accountant (главный) - 217000 руб./мес.
14. Lawyer (авторские права) - 110000 руб./мес.
15. Lawyer (хоз деятельность) - 90000 руб./мес.
16. QA-engineer - 100000 руб./мес.
17. Менеджеры для общения с клиниками и сбора данных - 60000 руб./мес.

Источники:

1. <https://practicum.yandex.ru>
2. <https://gorodrabot.ru>
3. <https://300.pravo.ru>
4. <https://career.habr.com>
5. <https://pentaschool.ru>
6. <https://kedu.ru>
7. <https://www.zarplata.ru>

Приложение 2

Документы

Ссылка на Google Sheet с финансами ЦФО:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1bp43Eq3fgMkNPsRnok7f8Yv_eL4M8jALcoKScKIAvUOI/edit?usp=sharing



Ссылка на Google Doc с финансами:

<https://docs.google.com/document/d/13H2UFCALh1b3lxztDYv-j5UAx5YrKFhsYBVqgzKt3AQ/edit?usp=sharing>



Ссылка на Google sheet с финансами РФ:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1oxW3sS1KfVFs_pwwFtAaFcuHvJ2QroAMBQOE10rV_4o/edit?usp=sharing



Приложение 3

Статистика и исследования

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8364739/> о сложностях в интерпретации МРТ
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9945815/> об увеличении количества людей, страдающих неврологическими заболеваниями
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-022-14305-w> об актуальности использования нейросетей в медицине
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10135995/> о применении ИИ в МРТ для ускорения процесса интерпретации
- https://www.sportmaster.ru/media/articles/chem-bolejut-bokseri/?utm_referrer=https://www.google.com/ о повышенных рисках столкновения с Альцгеймером и другими болезнями мозга у спортсменов из-за частых черепно-мозговых травм
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7408873/> исследование о применении ML при диагностике болезни Альцгеймер
- https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_436893/

Конкуренты

- <https://thirdopinion.ai/radiology> о Третьем Мнении
- <https://sbermed.ai/diagnostic-center/our-algorithms/> о SberMedAI
- <https://sciberia.ru/> о Sciberia