

Концепция КНС-БОС

* Автор: Эмил Андреев, независимый IT-разработчик, поэт, прозаик (г. Санкт-Петербург)

* Дата публикации: 7 сентября 2026 г.

Введение и актуальность проблемы

По данным медицинской статистики, ежегодно только в России фиксируется более 450 000 инсультов. У 30–40% пациентов в остром периоде развивается дисфагия — тяжелое нарушение функции глотания. Дисфагия является главным триггером аспирационной пневмонии (когда пища, вода или ротоглоточный секрет попадают в легкие), что увеличивает риск летального исхода в раннем восстановительном периоде в 3 раза.

Современная клиническая практика предлагает постинсультным больным два пути: установку носогастрального зонда (или гастростомы) и традиционную логопедическую гимнастику. Однако классическая реабилитация пытается восстановить глотание «сверху вниз» — через волевые команды коры головного мозга. Если у пациента повреждены корково-бульбарные пути или присутствует моторная афазия, он физически не может выполнить инструкции логопеда.

В данной статье представлена принципиально новая концепция — Метод контролируемого непитательного сосания с биологической обратной связью (КНС-БОС). Это метод реабилитации «снизу вверх», призванный растормозить эволюционно древние рефлекторные механизмы ствола мозга и вернуть пациенту контроль над глотанием безопасным, безжидкостным путем.

1. Физиологическое обоснование метода: концепция «Байпаса»

В неонатологии непитательное сосание (НПС) активно используется для стабилизации недоношенных младенцев и подготовки их ЖКТ к оральному питанию. Перенос этого механизма во взрослую неврологию для пациентов с полушарным (корковым/подкорковым) инсультом базируется на следующих фундаментальных принципах:

1. Генераторы центральных паттернов (CPG): Процессы ритмического сосания, глотания и дыхания координируются одними и теми же нейрональными сетями продолговатого мозга. При полушарном инсульте ствол мозга остается интактным (целым). Активируя сосательный рефлекс, мы запускаем CPG продолговатого мозга, сигналы от которого идут обратно в кору, стимулируя нейропластичность по восходящему пути.

2. Аfferентный поток информации: Ритмическое сжатие специализированного устройства стимулирует механорецепторы полости рта, направляя мощный поток сенсорной информации по тройничному (V) и лицевому (VII) нервам прямо в ЦНС.

3. Безопасность «сухого» болюса: Главный страх постинсультника — захлебнуться. КНС-тренинг проводится без использования жидкостей или твердого субстрата. Пациент тренируется исключительно на собственной слюне, что сводит аспирационный риск к нулю и убирает психологический блок.

2. Юридический каркас: Формула изобретения

Для фиксации мирового приоритета технологии ниже представлена юридически выверенная формула изобретения, определяющая границы монополии автора:

1. Устройство для реабилитации дисфагии у взрослых методом биологической обратной связи, содержащее внутриротовой модуль, выполненный в виде анатомической соски из медицинского упругого материала, соединенной через канал передачи давления с датчиком давления воздуха; вычислительный модуль, снабженный программным обеспечением с интерфейсом биологической обратной связи (БОС), соединенный с датчиком давления каналами проводной или беспроводной связи, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено наружным шейным модулем, содержащим накожный датчик фиксации акта глотания, размещаемый в проекции щитовидного хряща пациента и связанный с вычислительным модулем, при этом программное обеспечение вычислительного модуля выполнено с возможностью подсчета количества и частоты ритмических сжатий внутриротового модуля; кратковременной программной блокировки фиксации сигналов от датчика давления внутриротового модуля при достижении заданного порогового количества сжатий; переключения в режим ожидания сигнала от накожного датчика фиксации акта глотания и выдачи пациенту управляющего командного сигнала на совершение глотка.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что программное обеспечение вычислительного модуля снабжено алгоритмом автоматической калибровки, вычисляющим индивидуальный рабочий диапазон давления ΔP как разницу между максимальным волевым сжатием пациента и его давлением покоя, и устанавливающим целевой коридор интерфейса БОС в пределах от 30% до 70% от значения ΔP .

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что анатомическая соска внутриротового модуля выполнена из медицинского силикона с жесткостью в диапазоне от 40 до 50 единиц по шкале Шора А, а датчик давления воздуха имеет рабочий диапазон измерений от 0 до 80 кПа.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что программное обеспечение вычислительного модуля снабжено защитным таймером, который при отсутствии сигнала от накожного датчика фиксации акта глотания в течение 5 секунд после выдачи командного сигнала автоматически переводит устройство в режим «Защитная пауза» с блокировкой игрового процесса и подачей светозвукового сигнала к расслаблению мышц.

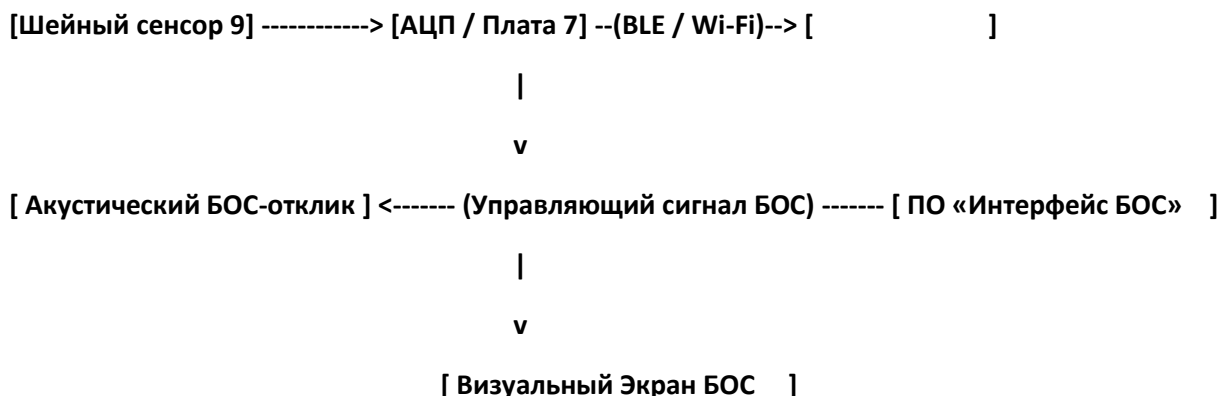
3. Архитектура программно-аппаратного комплекса и логика БОС

Система КНС-БОС является двухкомпонентной. Она не просто считывает силу сжатия, а решает главную проблему взрослых пациентов — разрывает рефлекторную дугу орального автоматизма, предотвращая скатывание мозга в бессознательное младенческое сосание.

Функциональная схема взаимодействия элементов (Фиг. 3 патента)

[Внутриротовой сенсор 6] ---> [АЦП / Плата 7] --(BLE / Wi-Fi)--> [Вычислительный модуль]

[(Планшет / ПК / Смартфон)]



Алгоритм работы программного обеспечения (Логика БОС)

1. Фаза автоматической калибровки: Программа замеряет фоновое давление покоя (P_{base}) и максимальное волевое сжатие (P_{max}). Вычисляется целевой коридор: $\Delta P = P_{max} - P_{base}$.

2. Игровой сценарий №1 («Космический пульс»): Пациент ритмично сжимает внутриротовой модуль с частотой 0.8–1.2 Гц. Визуальный объект (корабль) на экране должен удерживаться внутри синусоидального волнового коридора (30–70% от ΔP). Идет раскачка стволых генераторов (CPG).

3. Фаза принудительного разрыва автоматизма: На 6-8 качке (когда в ротоглотке рефлексивно скопилась слюна) программа программно отключает реакцию экрана на датчик соски. Корабль замирает. Вспыхивает транспарант: «ПРИГОТОВЬТЕСЬ. СДЕЛАЙТЕ ГЛОТОК».

4. Контур фиксации глотка: Включается 5-секундный таймер. Система ждет сигнал от накожного шейного датчика (фиксирующего подъем гортани).

* Если глоток выполнен — начисляются бонусные баллы, система возвращается к шагу 2.

* Если глоток не выполнен — включается режим «Защитная пауза», предотвращая утомление мышц и риск захлебывания.

4. Программная реализация прошивки (C++ / ESP32-S3)

Ниже представлен рабочий код для микроконтроллера ESP32-S3, реализующий заложенную стейт-машину БОС-тренажера.

```
#include <Arduino.h>
```

```
const int PIN_PRESSURE = 1; // Внутриротовой датчик давления
const int PIN_SWALLOW = 2; // Накожный шейный датчик глотания
const int LED_STATUS = 13;
```

```
enum SystemState { CALIBRATION, SUCKING, SWALLOW_WAIT, SAFETY_PAUSE };
SystemState currentState = CALIBRATION;
```

```

int pBase = 0, pMax = 0, threshLow = 0, threshHigh = 0; int suckCyclesCount = 0; const int
TARGET_SUCK_CYCLES = 6; bool isSuckPeak = false; unsigned long stateTimer = 0; const unsigned long
SWALLOW_TIMEOUT = 5000;

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    pinMode(LED_STATUS, OUTPUT);
}

void loop() {
    int currentPressure = analogRead(PIN_PRESSURE);
    int currentSwallowRaw = analogRead(PIN_SWALLOW);

    switch (currentState) {
        case CALIBRATION:
            delay(2000); pBase = analogRead(PIN_PRESSURE);
            digitalWrite(LED_STATUS, HIGH); delay(3000); pMax = analogRead(PIN_PRESSURE);
            digitalWrite(LED_STATUS, LOW);

            threshLow = pBase + ((pMax - pBase) * 0.3);
            threshHigh = pBase + ((pMax - pBase) * 0.7);
            currentState = SUCKING;
            break;

        case SUCKING:
            if (currentPressure >= threshLow && currentPressure <= threshHigh) {
                if (!isSuckPeak) {
                    isSuckPeak = true; suckCyclesCount++;
                    Serial.print("DATA_STIM: "); Serial.println(currentPressure);
                }
            } else if (currentPressure < threshLow) { isSuckPeak = false; }

            if (suckCyclesCount >= TARGET_SUCK_CYCLES) {
                Serial.println("[БОС] Блокировка сосания! Сделайте ГЛОТОК!");
                stateTimer = millis(); currentState = SWALLOW_WAIT;
            }
        }
    }

```

```

    }

    delay(20); break;

case SWALLOW_WAIT:

    if (currentSwallowRaw > 2500) { // Порог триггера гортани
        Serial.println("[БОС] УСПЕШНЫЙ БЕЗОПАСНЫЙ ГЛОТОК!");
        suckCyclesCount = 0; currentState = SUCKING;
    }

    if (millis() - stateTimer > SWALLOW_TIMEOUT) {
        currentState = SAFETY_PAUSE; stateTimer = millis();
    }

    break;

case SAFETY_PAUSE:

    Serial.println("[ЗАЩИТНАЯ ПАУЗА] Отдых 10 секунд...");
    delay(10000); suckCyclesCount = 0; currentState = SUCKING;
    break;
}
}

```

----- **## 5. Программная реализация игрового движка ПК (Kotlin)**

Код игрового движка на Kotlin для десктопного БОС-интерфейса. Данная архитектура позволяет асинхронно обрабатывать данные с ESP32 и легко портируется на Android-планшеты.

```

import java.io.BufferedReaderimport java.io.InputStreamReaderimport
kotlin.concurrent.threadimport kotlin.math.sin

class BosGameEngine {

    var currentPressure: Int = 0

    var threshLow: Int = 300

    var threshHigh: Int = 700

    var shipY: Double = 300.0

    var targetY: Double = 300.0

```

```
var state: String = "SUCKING"
```

```
var score: Int = 0
```

```
private var timeStep: Double = 0.0
```

```
fun startSerialReader() {
```

```
    thread(start = true, isDaemon = true) {
```

```
        try {
```

```
            val process = Runtime.getRuntime().exec("cat /dev/ttyUSB0")
```

```
            val reader = BufferedReader(InputStreamReader(process.inputStream))
```

```
            var line: String?
```

```
            while (reader.readLine().also { line = it } != null) {
```

```
                parseData(line!!)
```

```
            }
```

```
        } catch (e: Exception) {
```

```
            startDemoSimulation()
```

```
        }
```

```
    }
```

```
}
```

```
private fun parseData(line: String) {
```

```
    when {
```

```
        line.startsWith("DATA_STIM:") -> {
```

```
            currentPressure = line.substringAfter(": ").trim().toInt()
```

```
            shipY = outMap(currentPressure, threshLow, threshHigh, 500.0, 100.0)
```

```
        }
```

```
        line.contains("Блокировка") -> state = "SWALLOW_WAIT"
```

```
        line.contains("УСПЕШНЫЙ") -> { score += 100; state = "SUCKING" }
```

```
        line.contains("ПАУЗА") -> state = "SAFETY_PAUSE"
```

```
    }
```

```
}
```

```
fun updatePhysics() {
```

```
private fun startDemoSimulation() {  
    thread(start = true, isDaemon = true) {  
        while (true) {  
            if (state == "SUCKING") shipY = 300.0 + sin(timeStep - 0.2) * 110.0  
            Thread.sleep(16)  
        }  
    }  
}
```

```
private fun outMap(x: Int, inMin: Int, inMax: Int, outMin: Double, outMax: Double): Double {
    if (inMax == inMin) return outMin
    return outMin + (x - inMin) * (outMax - outMin) / (inMax - inMin)
}
```

В рамках оценки коммерциализации (требование фондов «Сколково» и ФСИ) рассчитана экономическая модель мелкосерийного производства комплекса.

- * TAM (Мировой рынок): \$3.5 млрд (рынок оборудования для постинсультной реабилитации).
- * SAM (Рынок РФ): 4.2 млрд руб. (оснащение 150+ региональных сосудистых центров РФ и сектор домашней аренды).
- * Себестоимость капитального оборудования (аппаратный блок БОС + датчики): 9 000 рублей. Планируемая отпускная цена B2B: 120 000 рублей.
- * Себестоимость внутриротового расходного модуля (стерильная соска): 400 рублей. Отпускная цена: 3 000 рублей (формирует постоянный LTV компании).

*** B2C-монетизация: Прокат оборудования родственникам пациентов для домашней реабилитации после выписки из стационара по подписочной модели (15 000 рублей/месяц).**

Заключение

Метод контролируемого непитательного сосания с биологической обратной связью (КНС-БОС) — это шаг вперед на стыке ИТ-технологий и фундаментальной нейрофизиологии. Переводя архаичные врожденные рефлексы под осознанный интерактивный контроль цифровой БОС-системы, мы получаем безопасный, эффективный и дешевый инструмент реабилитации, способный вернуть миллионы людей от зондового питания к нормальной жизни.

Данная публикация является официальным открытым заявлением приоритета технологии и закрепляет авторство концепции.

(с) 2026 г. Андреев Эмил Ильич. Проект «KNS-BOS Therapy». Текст открыт для свободного научного цитирования с обязательным указанием авторства.