

# Описание паттернов на ЭКоГ

## 1. Пик-волновые разряды

Одним из клинических проявлений абсансной-эпилепсии являются эпизоды кратковременной потери сознания (эпизоды «отсутствия» или «абсансы»), во время которых на электроэнцефалограмме у пациента появляются генерализованные ~3 Гц пик-волновые разряды. Крысы линии WAG/Rij имеют генетическую предрасположенность к абсанс-эпилепсии и служат надёжной моделью данного заболевания. В возрасте около 5 месяцев у крыс WAG/Rij на электрокортикограмме (ЭКоГ) появляются характерные спонтанные пик-волновые разряды (Рисунок 1А).

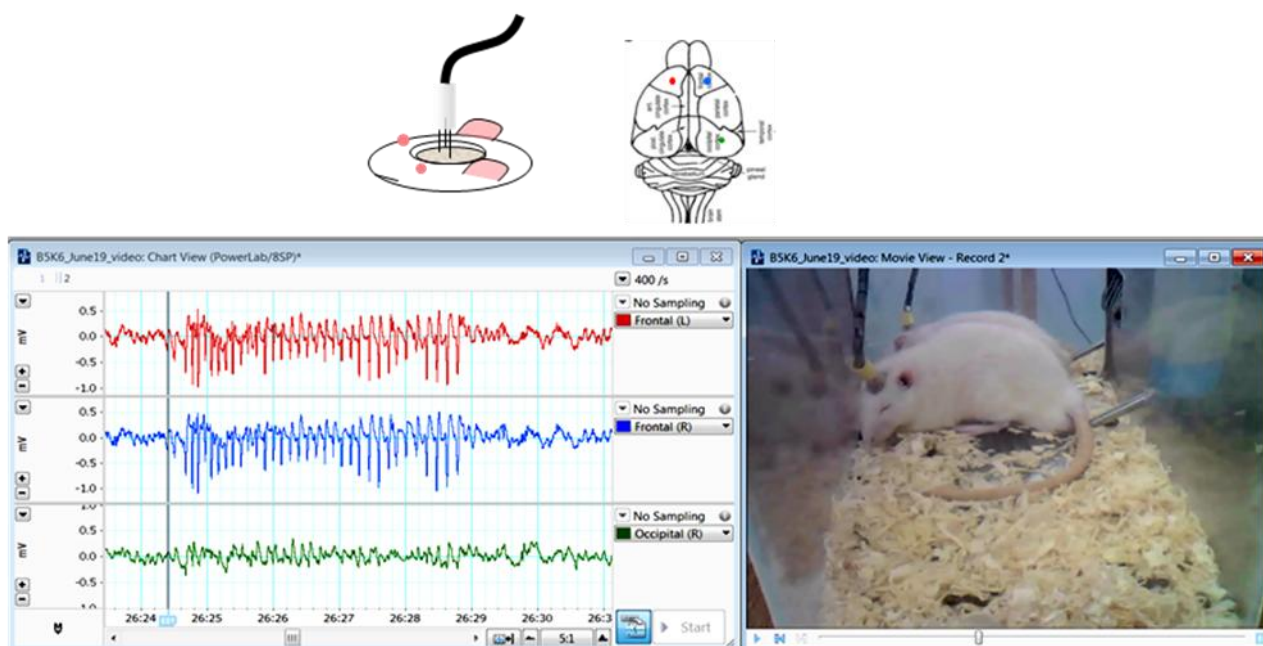


Рисунок 1А. Пик-волновые разряды на ЭКоГ у крысы WAG/Rij, зарегистрированные в свободном поведении с помощью вживленных электродов. 3-канальные записи получены от лобной коры справа и слева (Frontal left и Frontal right) и от затылочной коры (Occipital right). Пик-волновые разряды имеют максимальную амплитуду в лобных отделах коры больших полушарий головного мозга.

Эта эпилептическая активность подавляется анти-абсансными фармакологическими препаратами (этосуксемид, вальпроаты). У некоторых особей WAG/Rij пик-волновые разряды не формируются в течение всей жизни, и эти «бессимптомные» особи представляют особый интерес, поскольку имеют генетическую склонность, которая не проявляется в виде болезни.

Пик-волновые разряды – это характерный электроэнцефалографический признак абсанс-эпилепсии. У крыс WAG/Rij спонтанные пик-волновые разряды появляются на ЭКоГ в состоянии пассивного бодрствования и медленно-волнового сна и не сопровождаются изменениями в поведении. Это высоковольтные повторяющиеся комплексы пик-волна с частотой 8-10 Гц, длящиеся минимум 2 с, имеющие резкое начало и амплитуду в 2-3 раза выше фоновой (Рисунок 1Б). На рисунке 1В показан этот же эпизод ЭКоГ с пик-волновым разрядом, визуализированный в EDFbrowser (бесплатная программа <https://www.teuniz.net/edfbrowser/>).

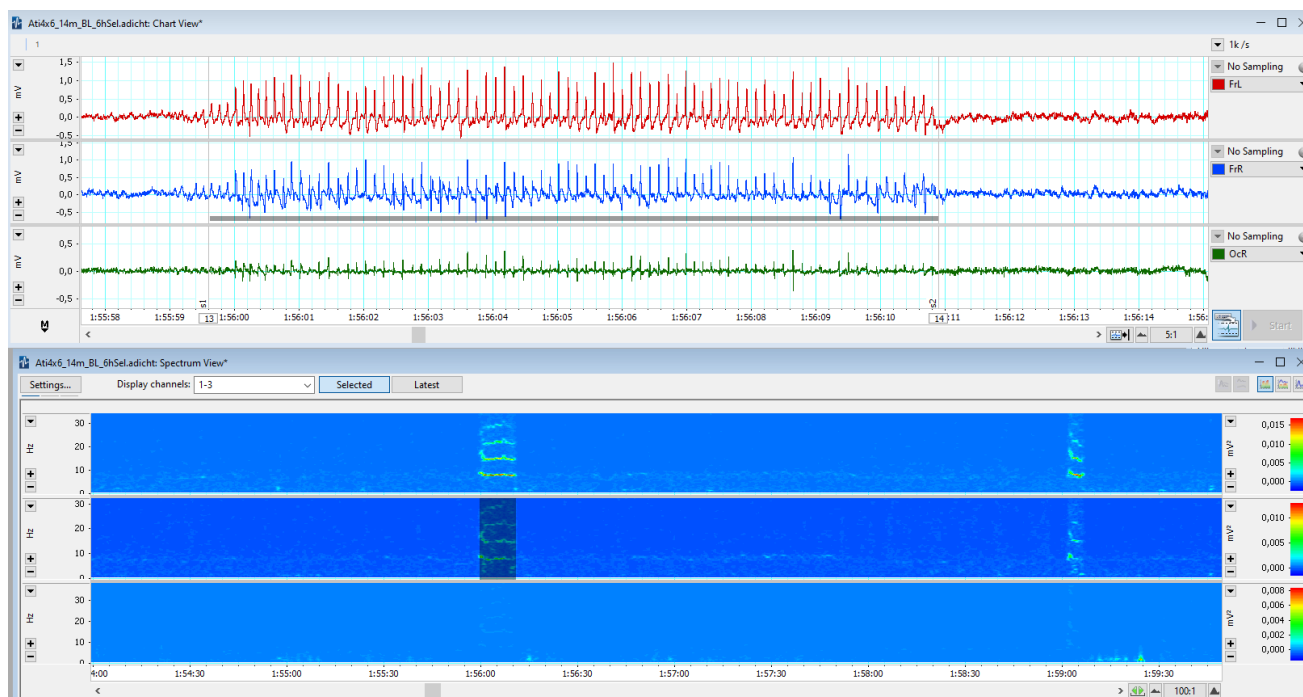


Рисунок 1Б. Пик-волновый разряд у крысы Ati4x6, зарегистрированный в фоне. Трёх-канальная запись ЭКоГ сделана с помощью электродов, вживленных над лобной корой справа и слева (FrL и FrR) и над затылочной корой (OcR).

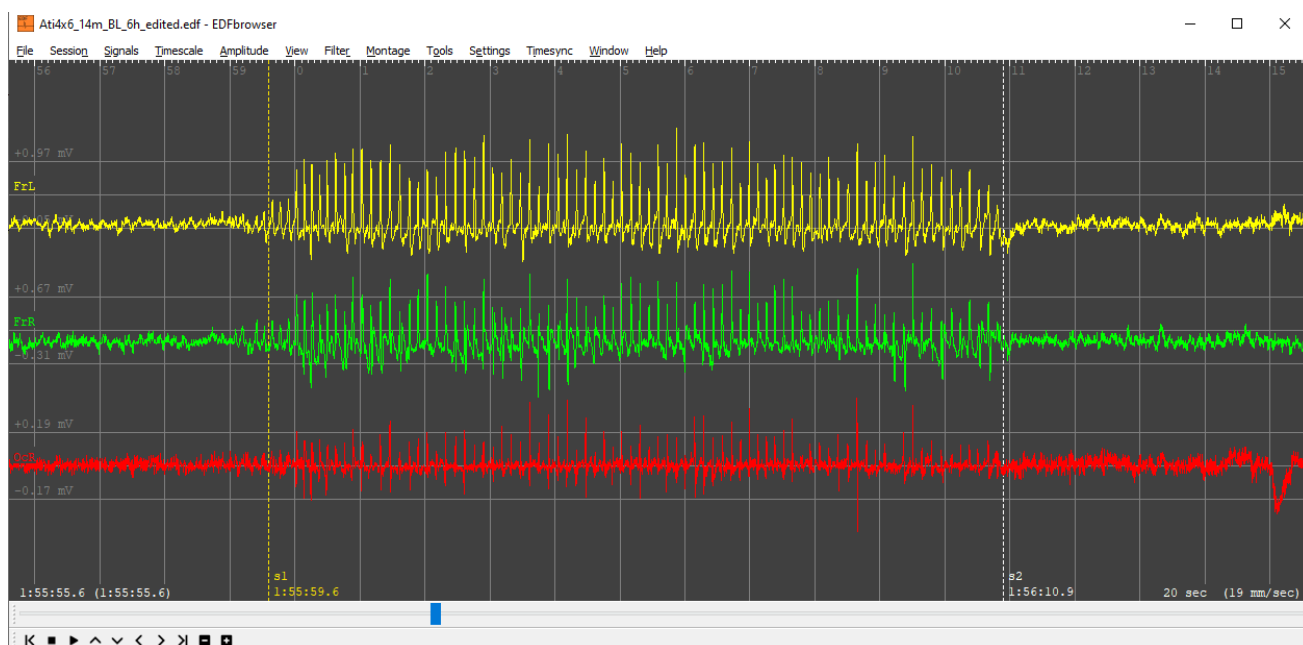


Рисунок 1В. Визуализация эпизода ЭКоГ, показанного на рисунке 1Б, в EDFbrowser. Файл «Ati4x6\_14m\_BL\_6h\_edited.edf»

После прекращения пик-волновых разрядов животное могло вздрогнуть, почесаться, изменить позу и начать активно двигаться. Подробнее о форме пик-волновых разрядов на ЭКоГ у крыс WAG/Rij можно прочитать в статьях (1–3).

## 2. Стадия глубокого сна (дельта-сна)

Дельта-сон соответствует глубокой фазе медленного сна. Первый отличительный признак этой фазы у человека и крыс - наличие дельта-волн с частотой от 0,5 до 4 Гц. Дельта волны имеют высокую амплитуду и преобладают в фазе дельта-сна. Второй отличительный признак этой фазы сна – доминируют дельта-волн и отсутствие других ритмов (например, 10-12Гц альфа или 6-8 Гц гамма ритмов). У крыс во время дельта сна могут появляться сонные веретёна (короткие веретенообразные осцилляции с частотой 10-14 Гц), но их амплитуда ниже, чем амплитуда дельта-волн.

На рисунке 2А показан типичный эпизод ЭКоГ во время дельта-сна. Дельта-волны отмечен стрелочками. Они могут проявляются синхронно на всех трёх каналах и активности

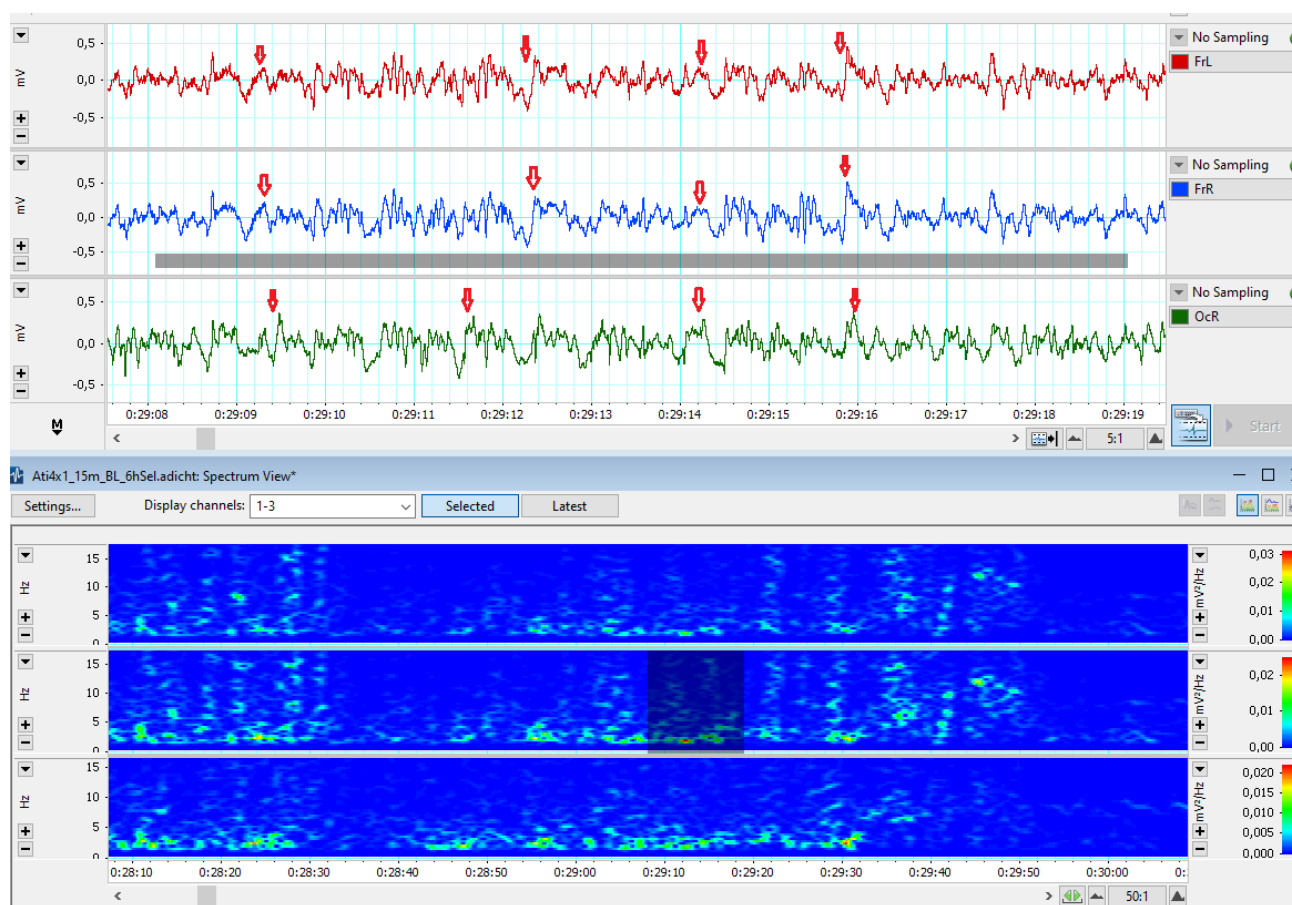


Рисунок 2А. Эпизод глубокого (дельта) сна на 3-канальной ЭКоГ. Стрелочками показаны дельта-волны, частота колебаний которых составляет около 3 Гц. На нижней панели показан спектр мощности всех каналов соответственно их расположению. Верхняя и нижняя панели имеют разную шкалу времени. Серым выделен характерный эпизод. Спектр мощности показывает, что медленно—волновая активность с частотой < 5 Гц доминирует на всех каналах. Визуализация в LabChart.

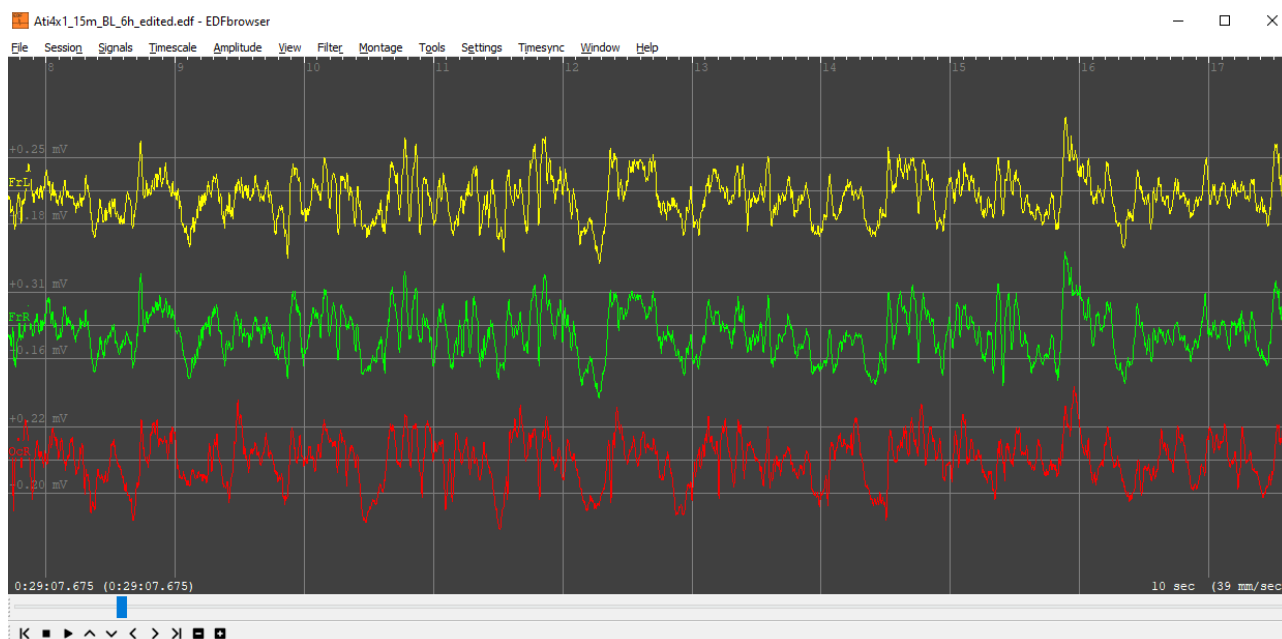


Рисунок 2Б. Визуализация эпизода ЭКоГ, показанного на рисунке 2А, в EDFbrowser.

### 3. Промежуточная фаза сна

Подробное описание этой фазы сна у крыс можно найти в работах (4–6). Эта фаза отличается наличием мощных веретенообразных колебаний с частотой  $\sim 8$  Гц на лобных каналах (FrL и FrR) и длительной  $\sim 7$  Гц ритмической составляющей (особенно на затылочном канале OcR). На рисунке 3А показан типичный эпизод промежуточной фазы сна (выделен серым) is1-is2; на нижней панели показан спектр мощности всех 3 каналов ЭКоГ с большим разрешением во времени. На рисунке 3Б показан этот же эпизод ЭКоГ, визуализированный в EDFbrowser.

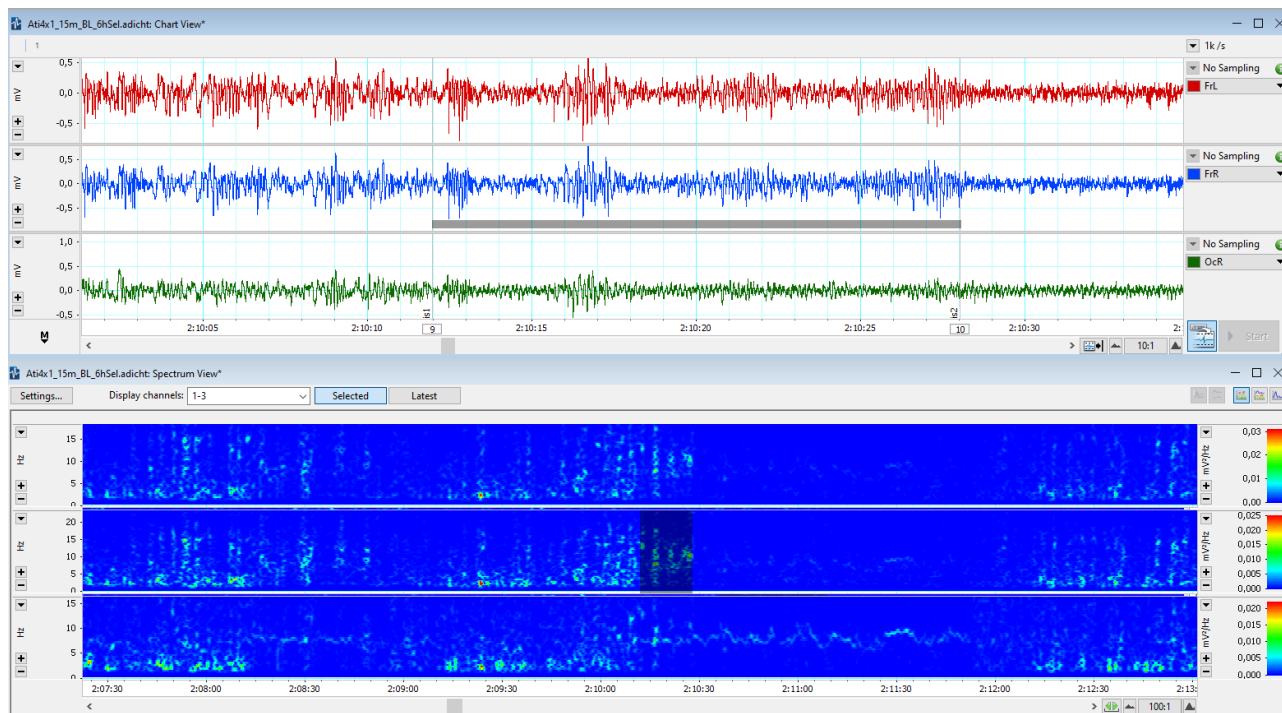


Рисунок 3А. Промежуточная фаза сна (is1-is2) на 3-канальной ЭКоГ отмечена серой полосой. Спектр мощности всех каналов соответственно их расположению. Визуализация в LabChart.

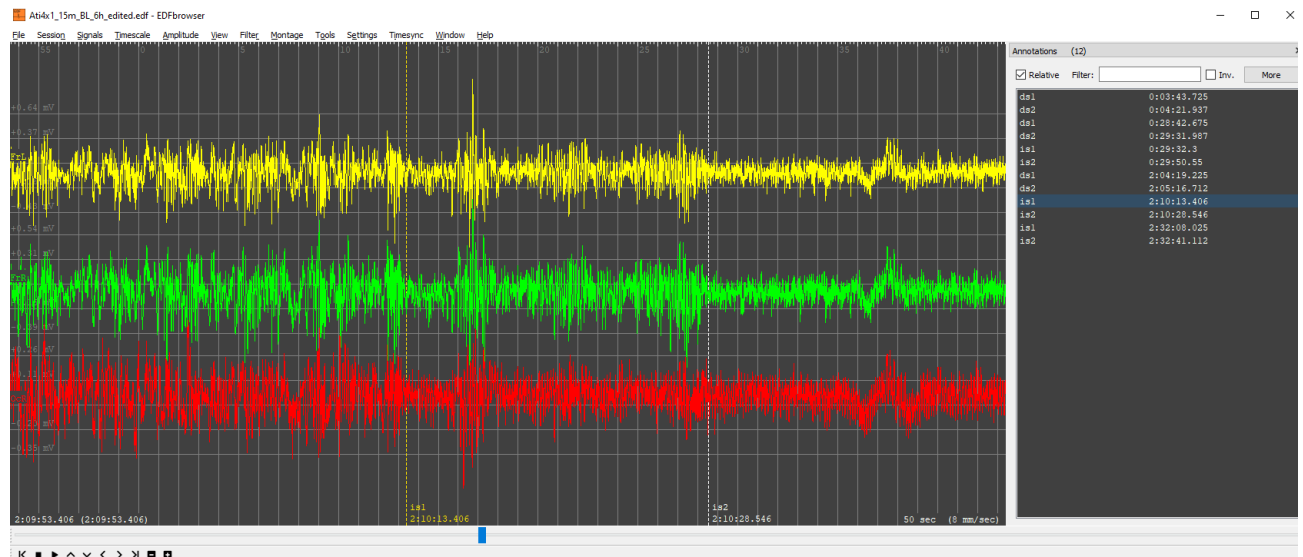


Рисунок 3Б. Визуализация эпизода ЭКоГ, показанного на рисунке 3А, в EDFbrowser.

## Литература

1. Габова АВ, Саркисова КЮ, Федосова ЕА, Шацкова АБ, Морозов АА. ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПИК-ВОЛНОВЫХ РАЗРЯДОВ У КРЫС ЛИНИИ WAG/Rij С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АБСАНСНОЙ ЭПИЛЕПСИЕЙ, "Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова." *Российский Физиологический Журнал Им И М Сеченова* (2018) 1176–1189. doi: 10.7868/s0869813918100052
2. Sitnikova E, Hramov AE, Koronovsky AA, van Luijtelaar G. Sleep spindles and spike-wave discharges in EEG: Their generic features, similarities and distinctions disclosed with Fourier transform and continuous wavelet analysis. *J Neurosci Methods* (2009) 180:304–316.
3. Sitnikova E, van Luijtelaar G. Electroencephalographic characterization of spike-wave discharges in cortex and thalamus in WAG/Rij rats. *Epilepsia* (2007) 48:2296–311. doi: 10.1111/j.1528-1167.2007.01250.x
4. Kirov R, Moyanova S. Distinct sleep-wake stages in rats depend differentially on age. *Neurosci Lett* (2002) 322:134–136. doi: 10.1016/S0304-3940(02)00096-4
5. Gandolfo G, Romettino S, Gottesmann C, Van Luijtelaar G, Coenen a. Genetically epileptic rats show a pronounced intermediate stage of sleep. *Physiol Behav* (1990) 47:213–215. doi: 10.1016/0031-9384(90)90063-A
6. Sitnikova E. Sleep Disturbances in Rats With Genetic Pre-disposition to Spike-Wave Epilepsy (WAG/Rij). *Front Neurol* (2021) 12:1945. doi: 10.3389/fneur.2021.766566