



# Инструкция

Подготовка данных  
эколого-климатических  
станций для продукта RuFlux.

Мамкин В.В., Курбатов Е.О., Куричева О.А., Курбатова Ю.А.

Версия 2.1

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва

12.03.2026.

В инструкции описаны этапы и основные правила подготовки данных эколого-климатических станций для создания продукта RuFlux. Под продуктом подразумевается набор стандартизированных оценок экосистемных потоков тепла, влаги и парниковых газов, полученных методом турбулентных пульсаций, а также метеопараметров позволяющий обеспечить сопоставимость результатов наблюдений большого числа станций. Для получения продукта результаты инструментальных наблюдений проходят единые процедуры постобработки данных, включая контроль качества, отбор данных, заполнение пропусков, расчёт различных параметров и оценку неопределённости. Назначение инструкции – методическая помощь операторам эколого-климатических станций и пользователям результатов наблюдений в систематизации, хранении и работе с основными типами данных инструментального эколого-климатического мониторинга с фокусом на создание продукта: данными пульсационных наблюдений, диагностическими показателями, необходимыми для получения качественных кумулятивных оценок, результатами метеонаблюдений, метаданными и основными характеристиками станции.

Основой системы записи данных непрерывных наблюдений послужила устоявшаяся в международном профессиональном сообществе система Европейской базы данных экосистемных потоков (с дополнениями) <https://www.europe-fluxdata.eu/>

Система записи метаданных – собственная разработка коллектива Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН.

## Оглавление

<a href="#">1.</a>	Шаг первый. Собрать данные. ....	4
<a href="#">2.</a>	Шаг второй. Посчитать потоки и средние величины метеопараметров. ....	4
<a href="#">3.</a>	Шаг третий. Создать файлы данных и метаданных. ....	4
<a href="#">4.</a>	Шаг четвёртый. Правила записи данных. Начало подготовки файла с данными. ....	5
<a href="#">5.</a>	Шаг пятый. Проверить и привести метки времени в соответствие правилам (Пункт 4). ....	8
<a href="#">6.</a>	Шаг шестой. Определить список переменных для файла с данными. ....	8
<a href="#">7.</a>	Шаг седьмой. Проверить, добавлены ли в файл с данными обязательные переменные. ....	12
<a href="#">8.</a>	Шаг восьмой. Проверить суффиксы названий переменных на соблюдение правил (Пункт 4 правило 8). ....	13
<a href="#">9.</a>	Шаг девятый. Провести критический анализ данных. ....	13
<a href="#">10.</a>	Шаг десятый. Добавить переменную FETCH_FILTER (при необходимости). ....	16
<a href="#">11.</a>	Шаг одиннадцатый. Проверить соблюдение правил формата записи данных наблюдений. ....	18
<a href="#">12.</a>	Шаг двенадцатый. Подготовка файла метаданных. Описание станции. ....	21
<a href="#">13.</a>	Шаг тринадцатый. Подготовка файла метаданных. Коллектив станции. ....	31
<a href="#">14.</a>	Шаг четырнадцатый. Подготовка файла метаданных. Описание переменных. ....	32
<a href="#">15.</a>	Шаг пятнадцатый. Отправить готовые файлы данных, метаданных и фотографии станции. ....	33
<a href="#">16.</a>	Приложение 1. Автоматическая конвертация результатов первичной обработки данных с помощью инструмента FluxFilter. ....	35

## 1. Шаг первый. Собрать данные.

Необходимо собрать первичные данные систем метеорологических и пульсационных наблюдений эколого-климатической станции.

## 2. Шаг второй. Посчитать потоки и средние величины метеопараметров.

Необходимо получить средние оценки потоков и метеопараметров за 30-минутные интервалы времени (00:30, 01:00, ..., 00:00). Расчёты потоков следует проводить в специализированном программном обеспечении (например, EddyPro LI-COR Inc., США или Easy Flux DL Campbell sci Inc., США) с применением всех необходимых коррекций, согласно методическим рекомендациям к первичной обработке данных (Aubinet et al., 2012; Burba et al., 2016; Nemitz et al., 2017).

1. Aubinet M., Vesala T., Papale D. (ed.). *Eddy covariance: a practical guide to measurement and data analysis*. Springer Science & Business Media. – 2012. – 438 p.
2. Burba G., Kurbatova J., Kuricheva O., Avilov V., Mamkin V. *Handbook for the Method of Turbulent Pulsations [Метод турбулентных пульсаций: Краткое практ. рук.]*. LI-COR Biosciences, IPEE, Russian National Academy of Sciences. – 2016. – 223 p.
3. Nemitz E., Mammarella I., Ibrom A., Aurela M., Burba G. G., Dengel S., Gielen B., Grelle A., Heinesch B., Herbst M., Hörtnagl L., Klemedtsson L., Lindroth A., Lohila A., McDermitt D.K., Meier P., Merbold L., Nelson D., Nicolini G., Nilsson M.B., Peltola O., Rinne J., Zahniser M. *Standardisation of eddy-covariance flux measurements of methane and nitrous oxide//International agrophysics*. – 2017. – V. 32. – P. 517-549.

## 3. Шаг третий. Создать файлы данных и метаданных.

Для каждого года наблюдений необходимо создать два файла: файл с данными непрерывных наблюдений (потоков и метеопараметров) и файла метаданных. Допустимые расширения файлов: .xls, .xlsx, .csv. Названия файлов должны иметь следующий формат:

**Файл данных.** rr\_sss\_YYYY\_vXX, где

**rr\_sss** –код станции RuFlux (например, tv\_fyo, ko\_lya, km\_mu3 и т.д.)

При отсутствии кода следует написать название (например, Fyodorovskoe wet spruce forest, Lyaly, Mukhrino forest и т.д.)

YYYY – год данных (например, 2023, если в файле представлены данные за 2023 г.)

vXX – версия данных, где XX – это номер версии (01, 02, 03 и т.д.)

**Пример названия файла данных наблюдений:**

tv\_fy4\_2023\_v01.csv

или

Fyodorovskoe bog\_2023\_v01.csv

**Файл метаданных metadata\_rr\_sss\_YYYY\_vXX**

Файл метаданных имеет ту же структуру названия, но при этом в начале названия указывается «metadata».

Пример названия файла метаданных:

metadata\_tv\_fy4\_2023\_v01.xls

или

metadata\_Fyodorovskoe bog\_2023\_v01.xls

#### 4. Шаг четвёртый. Правила записи данных. Начало подготовки файла с данными.

Подготовка файлов с данными непрерывных наблюдений осуществляется согласно следующим правилам:

**1. Все данные должны иметь 30-минутный период осреднения.**

**Важно!** Следует убедиться, что результаты расчётов потоков и метеопараметров имеют только 30-минутный период осреднения.

**2. Первые два столбца файла занимают метки времени в формате ГГГГММДдччмм.**

Первый столбец соответствует началу 30-минутного периода осреднения, а второй – его концу. Метки времени в первом столбце начинаются с 00:00 01 января и заканчиваются 23:30 31 декабря того же года. Например, для 2016 года метки времени в первом столбце будут изменяться от 201601010000 до 201612312330. Метки времени второго столбца начинаются с

00:30 01 января, а заканчиваются меткой 00:00 01 января следующего года. Например, для 2016 года метки второго столбца будут изменяться от 201601010030 до 201701010000.

В третий столбец, при желании, может включаться метка времени «Dtime» в формате десятичной дроби номера дня года: 1.021, 1.042, ..., 366 или 367.

**Важно!** Следует убедиться, что:

- в файле только один календарный год;
- метки времени соответствуют периодам осреднения метеопараметров и потоков, отсутствуют смещения измерений относительно меток времени;
- метки времени имеют регулярный шаг (пропуски в метках времени и дублирующиеся метки времени недопустимы!);
- метки времени покрывают год целиком с 01 января по 31 декабря. Если измерения проводились только часть года, например, с 1 июня по 31 августа, то всё равно необходимо сделать метки времени, покрывающие год **ЦЕЛИКОМ**, а периоды отсутствия измерений оставить как пропуски.

**3. Метки назначаются в соответствии с временем, официально установленном в регионе, где расположена станция относительно UTC (Например, UTC+6).**

**Важно!** Следует выяснить, какие могли происходить изменения официального времени в регионе (режим перевода часов на летнее время) в годы наблюдений и указать эту информацию в метаданных. Стандарт UTC не предполагает перехода на летнее время, поэтому, если в годы измерений такой переход осуществлялся, то следует привести все метки времени к единому стандарту относительно UTC. При смене часового пояса в регионе в период наблюдений следует привести все метки времени в соответствие с действующим в настоящий момент временем относительно UTC. Этот этап контроля данных необходим для обеспечения регулярности шага меток времени.

**4. Пропуски в данных заполняются «-9999».**

**Важно!** В файле не могут находиться переменные, содержащие только пропуски. Должно быть хотя бы одно измерение.

**5. Первая строка таблицы используется для записи названия переменных.**

**6. Запись данных производится со второй строки.**

**7. Названия переменных записываются в строгом соответствии с перечнем (Таблица 2) без указания единиц измерений.**

**8. Названия переменных в первой строке таблицы записываются в формате: VAR\_x1\_x2\_x3. Где, VAR – название переменной из перечня (Таблица 2), x1 – код, обозначающий расположение датчика в горизонтальной плоскости, x2 – код, обозначающий расположение датчика в вертикальной плоскости (глубина или высота), x3 – код, который может быть использован для обозначения дополнительных повторностей измерения переменной, например, при сравнении**

различных приборов, или отражать разные показания одного и того же датчика при введении различных поправок или калибровочных коэффициентов.

Пример 1. Запись названия столбцов для датчиков температуры почвы, объединённых в три профиля, будет выглядеть следующим образом:

	Профиль 1	Профиль 2	Профиль 3
Глубина 1	TS_1_1_1	TS_2_1_1	TS_3_1_1
Глубина 2	TS_1_2_1	TS_2_2_1	TS_3_2_1
Глубина 3	TS_1_3_1	TS_2_3_1	TS_3_3_1

Пример 2. При сравнении показаний трех датчиков температуры почвы, расположенных на одной глубине в одном и том же месте, названия столбцов записываются соответственно: TS\_1\_1\_1, TS\_1\_1\_2, и TS\_1\_1\_3.

Пример 3. Температура почвы измеряется единственным датчиком: TS\_1\_1\_1.

**Важно!** Любое перемещение датчиков в пространстве или замена прибора требуют создания новой переменной.

Пример 4. На станции в начале года был установлен один датчик температуры почвы (TS), один датчик температуры воздуха (TA) и один датчик суммарной радиации (SW\_IN). 15 мая датчик температуры воздуха вышел из строя и потребовал замены. На его место был установлен новый датчик, а 10 июня из-за роста растительности пришлось поднять пиранометр на 1 м выше. В конце года при подготовке файлов с данными переменной будут даны следующие названия. Данные о температуре почвы будут записаны в один столбец TS\_1\_1\_1, данные температуры воздуха в столбцы TA\_1\_1\_1 до замены датчика 15 мая и в столбец TA\_1\_1\_2 после замены. Суммарная радиация до перемещения прибора 10 июня будет записана в столбец SW\_IN\_1\_2\_1, а после перемещения, в столбец SW\_IN\_1\_1\_1, т.к. датчики нумеруются сверху вниз.

**10. Датчики по профилю нумеруются (x2) сверху вниз.**

**11. Для каждого профиля применяется отдельная нумерация датчиков (x2).**

**12. Названия приборов, обозначения кодов x1-x3 должны быть прописаны в метаданных.**

Таблица 1. Формат записи данных непрерывных наблюдений с примерами

TIMESTAMP_START	TIMESTAMP_END	DTime	TA_1_1_1	RH_1_1_1	...	USTAR_1_1_1
201601010000	201601010030	1.021	-9999	-9999	...	-9999
201601010030	201601010100	1.042	7.009	83.3	...	0.650463
...	...	...	...	...	...	...
201612312330	201701010000	367	-0.11	-9999	..	0.471705

5. Шаг пятый. Проверить и привести метки времени в соответствие правилам (Пункт 4).

6. Шаг шестой. Определить список переменных для файла с данными.

При подготовке файла с данными наблюдений оператору станций следует ознакомиться с перечнем переменных (Таблица 2) и определить, какие переменные из перечня есть в наличии. Названия выбранных переменных следует записывать согласно правилам (Пункт 4).

**Важно!** Проверить соответствие единиц измерения данных станции единицам, представленным в Таблице 2. При необходимости привести единицы измерения к единицам из Таблицы 2.

Таблица 2. Перечень переменных непрерывных наблюдений, которые могут быть предоставлены для подготовки продукта.

№	Переменная (VAR)	Обозначение (рус.)	Обозначение (англ.)	Единицы измерения
1	ALB	Альбедо	Albedo	%
2	CH4	Концентрация метана	Methane concentration	частей на миллиард (нмольCH <sub>4</sub> моль <sup>-1</sup> )
3	CO2	Концентрация диоксида углерода	CO <sub>2</sub> concentration	частей на миллион (мкмольCO <sub>2</sub> моль <sup>-1</sup> )
4	D_SNOW	Толщина снежного покрова	Snow depth	см
5	FC	Поток диоксида углерода	CO <sub>2</sub> flux	мкмольCO <sub>2</sub> м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>

6	FC_SSITC_TEST	Показатель качества величины потока углекислого газа (0,1,2) по (Mauder, Foken, 2004)	Quality check - CO <sub>2</sub> flux (0,1,2) according to (Mauder, Foken, 2004)	Безразмерный
7	FCH4	Поток метана	Methane (CH <sub>4</sub> ) flux	нмольCH <sub>4</sub> м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>
8	FETCH_70	Расстояние от мачты в наветренную область, при которой суммарная вероятность зоны охвата равна 70%	Fetch at which footprint cumulated probability is 70%	м
9	FETCH_80	Расстояние от мачты в наветренную область, при которой суммарная вероятность зоны охвата равна 80%	Fetch at which footprint cumulated probability is 80%	м
10	FETCH_90	Расстояние от мачты в наветренную область, при которой суммарная вероятность зоны охвата равна 90%	Fetch at which footprint cumulated probability is 90%	м
11	FETCH_FILTER	Знак качества зоны охвата: 0 - если FETCH_70 превышает пороговое расстояние от мачты в наветренную область или при наличии других проблем, связанных с зоной охвата приборов и затрудняющих интерпретацию результатов наблюдений, 1 - если отсутствуют проблемы, связанные с зоной охвата	Footprint quality check: 0 if Fetch70 is outside the fetch or however to be discarded due to footprint issues, 1 if the data are ok	Безразмерный
12	FETCH_MAX	Расстояние от мачты в наветренную область, при которой суммарная вероятность зоны охвата является максимальной	Fetch at which footprint cumulated probability is maximum	м
13	G	Поток тепла в почву	Soil heat flux	Вт·м <sup>-2</sup>
14	H	Явный поток тепла	Sensible heat flux	Вт·м <sup>-2</sup>

15	H_SSITC_TEST	Показатель качества величины Н (0,1,2) по (Mauder, Foken, 2004)	Quality check - sensible heat flux according to (Mauder, Foken, 2004)	Безразмерный
16	H2O	Мольная доля водяного пара	Water (H <sub>2</sub> O) vapor mole fraction	частей на тысячу (ммольH <sub>2</sub> O моль <sup>-1</sup> )
17	LE	Скрытый поток тепла	Latent heat flux	Вт·м <sup>-2</sup>
18	LE_SSITC_TEST	Показатель качества величины Н (0,1,2) по (Mauder, Foken, 2004)	Quality check - latent heat flux according to (Mauder, Foken, 2004)	Безразмерный
19	LW_IN	Нисходящая длинноволновая радиация (в диапазоне от 4 до 50 микрон)	Incoming Longwave radiation (in the range from 4 to 50 micron)	Вт·м <sup>-2</sup>
20	LW_OUT	Уходящая длинноволновая радиация (в диапазоне от 4 до 50 микрон)	Outgoing Longwave radiation (in the range from 4 to 50 micron)	Вт·м <sup>-2</sup>
21	NETRAD	Радиационный баланс (включает коротковолновые и длинноволновые компоненты)	Net radiation (including SW and LW components)	Вт·м <sup>-2</sup>
22	P	Осадки	Precipitation	мм
23	PA	Атмосферное давление	Atmospheric pressure	кПа
24	PPFD_IN	Приходящая ФАР	Photosynthetic Photon Flux Density (400-700 nm)	ммоль Фотонов·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>
25	PPFD_OUT	Отраженная ФАР	Reflected PPFD (400-700 nm)	ммоль Фотонов·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>
26	RH	Относительная влажность	Relative humidity	%
27	SC	Накопление CO <sub>2</sub> в воздухе ниже высоты пульсационной системы	CO <sub>2</sub> storage in air below flux measurement level	мкмольCO <sub>2</sub> ·м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>
28	SCH4	Накопление CH <sub>4</sub> в воздухе ниже высоты пульсационной системы (CH <sub>4</sub> )	Methane (CH <sub>4</sub> ) storage flux	нмольCH <sub>4</sub> ·м <sup>-2</sup>

29	SH	Накопление явного тепла в воздухе ниже высоты пульсационной системы	Heat storage in air below flux measurement level	Вт·м <sup>-2</sup>
30	SLE	Накопление явного тепла в воздухе ниже высоты пульсационной системы	Latent heat storage below flux measurement level	Вт·м <sup>-2</sup>
31	SW_IN	Суммарная радиация (в диапазоне от 0,3 до 4,5 мкм)	Incoming Shortwave radiation (in the range from 0.3 to 4.5 micron)	Вт·м <sup>-2</sup>
32	SW_OUT	Отражённая коротковолновая радиация (в диапазоне от 0,3 до 4,5 мкм)	Outgoing Shortwave radiation (in the range from 0.3 to 4.5 micron)	Вт·м <sup>-2</sup>
33	SWC	Объёмное влагосодержание почвы	Soil water content	%
34	T_SONIC	Акустическая температура	Sonic Temperature	°C
35	TA	Температура воздуха	Air temperature	°C
36	TS	Температура почвы	Soil temperature	°C
37	USTAR	Динамическая скорость	Friction velocity	м·с <sup>-1</sup>
38	VPD_PI	Дефицит влажности (данные, обработанные ответственным за станцию)	Vapour pressure deficit (PI processed version)	кПа
39	WD	Направление ветра	Wind direction	десятичные градусы
40	WS	Скорость ветра	Wind speed	м·с <sup>-1</sup>
41	WTD	Глубина уровня грунтовых вод	Water table depth	м

42	CO2_STR	Диагностический показатель, отражающий качество передачи сигнала посредством ИК-луча между излучателем и приёмником в кювете CO <sub>2</sub> газоанализатора	CO <sub>2</sub> signal strength	Безразмерный
43	H2O_STR	Диагностический показатель, отражающий качество передачи сигнала посредством ИК-луча между излучателем и приёмником в кювете H <sub>2</sub> O газоанализатора	H <sub>2</sub> O signal strength	Безразмерный
44	CH4_RSSI	Диагностический показатель, отражающий качество передачи сигнала посредством ИК-луча между излучателем и приёмником в кювете CH <sub>4</sub> газоанализатора	CH <sub>4</sub> Received Signal Strength Indicator	%

1) Mauder M., Foken T. *Quality control of eddy covariance measurements (c: 0, 1, 2) //CarboEurope-IP Task. – 2004. – V. 1. – №. 2.*

## 7. Шаг седьмой. Проверить, добавлены ли в файл с данными обязательные переменные.

Решение о том, какие потоки и метеопараметры должны быть включены в файл с данными наблюдений, остаётся за оператором станции. Однако, следует иметь в виду, что файл с данными должен содержать ряд хотя бы одного из перечисленных потоков: FCH<sub>4</sub>, FC, H, LE. Дальнейшая обработка и интерпретации результатов наблюдений за потоками требует наличия определённых диагностических показателей и метеопараметров – переменных, связанных с потоками. Их набор может быть различен в зависимости от потока. Список переменных, которые должны быть обязательно включены в файл с данными непрерывных наблюдений, в дополнение к данным о потоках представлен в Таблице 3. Например, если мы собираемся включить данные потока CO<sub>2</sub> (FC) во входной файл, то к нему следует приложить и данные FC\_SSITC\_TEST, P, RH, SC, SW\_IN, TA, USTAR, CO<sub>2</sub>\_STR. В случае, если по каким-либо причинам некоторых из этих переменных нет в наличии, прилагаются имеющиеся данные потоков и связанных переменных. Вопрос о возможности использования данных для создания

продукта при отсутствии обязательных переменных будет решаться отдельно для каждой станции. При прочих равных, следует иметь в виду, что интерпретируемость и сферы возможного применения данных напрямую зависят от длины рядов наблюдений и спектра публикуемых параметров.

Таблица 3. Список переменных, необходимых для интерпретации данных о потоках.

Поток	Связанные переменные
FCH4	P, RH, SCH4, USTAR, CH4_RSSI
FC	FC_SSITC_TEST, P, RH, SC, SW_IN, TA, USTAR, CO2_STR
H	G, H_SSITC_TEST, NETRAD, P, RH, SH, SW_IN
LE	LE_SSITC_TEST, G, NETRAD, P, SLE, SW_IN, H2O_STR

### **Автоматическое создание файла с данными наблюдений с помощью программного инструмента Flux Filter (при необходимости).**

Выходные файлы специализированного программного обеспечения для первичной обработки данных: full\_output EddyPro (FO; LI-COR Inc., США) и .CSF Easy Flux DL (Campbell sci Inc., США) могут быть автоматически конвертированы в файл для создания продукта с помощью программного инструмента Flux Filter (Курбатов и др., 2025). Инструкция по автоматической генерации файла находится в Приложении 1.

1) Курбатов Е.О., Мамкин В.В., Куричева О.А., Дещеревский О.А. FluxFilter v0.9.4. [Программа для ЭВМ], Рег. № 2025669502. 28 июля 2025 г.

## **8. Шаг восьмой. Проверить суффиксы названий переменных на соблюдение правил (Пункт 4 правило 8).**

Следует убедиться, что суффиксы названий переменных верно отражают положения датчиков в пространстве, а также изменения приборной базы в течение года. Для этого необходимо собрать информацию о том, когда и где в течение года были установлены приборы на станции, производилась ли их замена или перенос.

## **9. Шаг девятый. Провести критический анализ данных.**

Перед тем как закончить оформление файла с данными, необходимо убедиться, что предоставляемые данные не содержат очевидных ошибок, способных повлиять на их постобработку и интерпретацию. Следует просмотреть «вручную» каждую переменную, построив графики сезонного хода. В первую очередь, стоит проверить, соответствуют ли

данные названиям переменных, ориентируясь на сезонный и годовой ход параметров. Например: не перепутаны ли SW\_IN и NETRAD?, правильный ли знак WTD? Коррелируют ли значения датчиков TS на одной глубине? Есть ли в рядах наблюдений нечисловые значения?

Часто бывает полезным проводить сравнение дублирующих друг друга измерений для определения деградации датчика, например, сопоставление показаний фотосинтетически активной радиации и SW\_IN. У датчиков потока тепла в почве (G) с включённой самокалибровкой могут возникать регулярные выбросы, которые являются следствием контролируемого нагрева прибора. Для каждой станции и модели прибора могут наблюдаться специфические неисправности или систематические погрешности, которые должны быть идентифицированы оператором станции на этапе подготовки данных. Ниже показаны некоторые примеры очевидных ошибок в данных наблюдений, требующих удаления соответствующих значений (Рисунки 1-3).

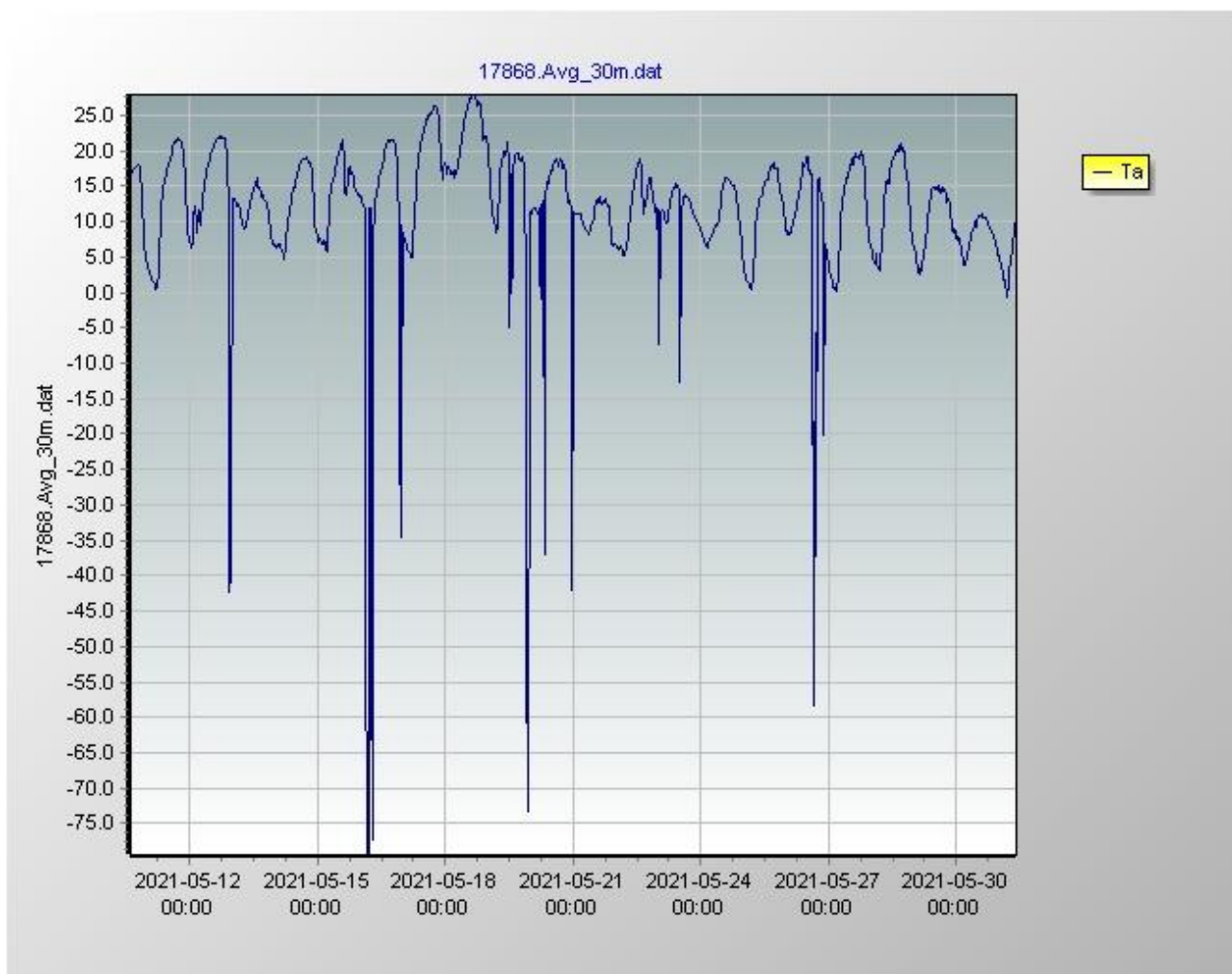


Рисунок 1. Выбросы температуры воздуха, вызванные конденсацией влаги ночью в датчике HMP 155 (Vaisala Inc., Финляндия).

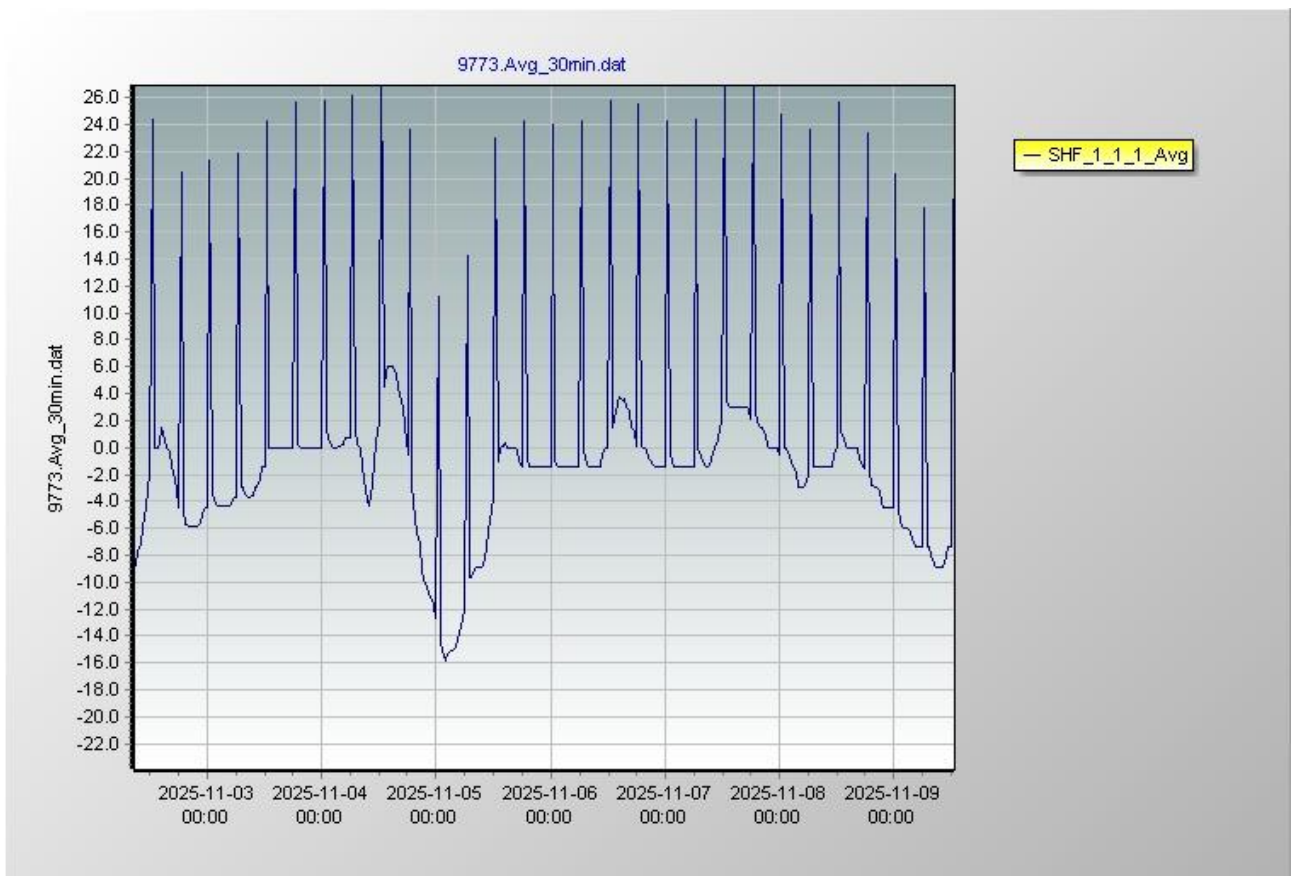


Рисунок 2. Регулярные выбросы в данных потока тепла в почву, связанные с самокалибровкой датчика HFP01SC (Hukseflux thermal sensors, Нидерланды).

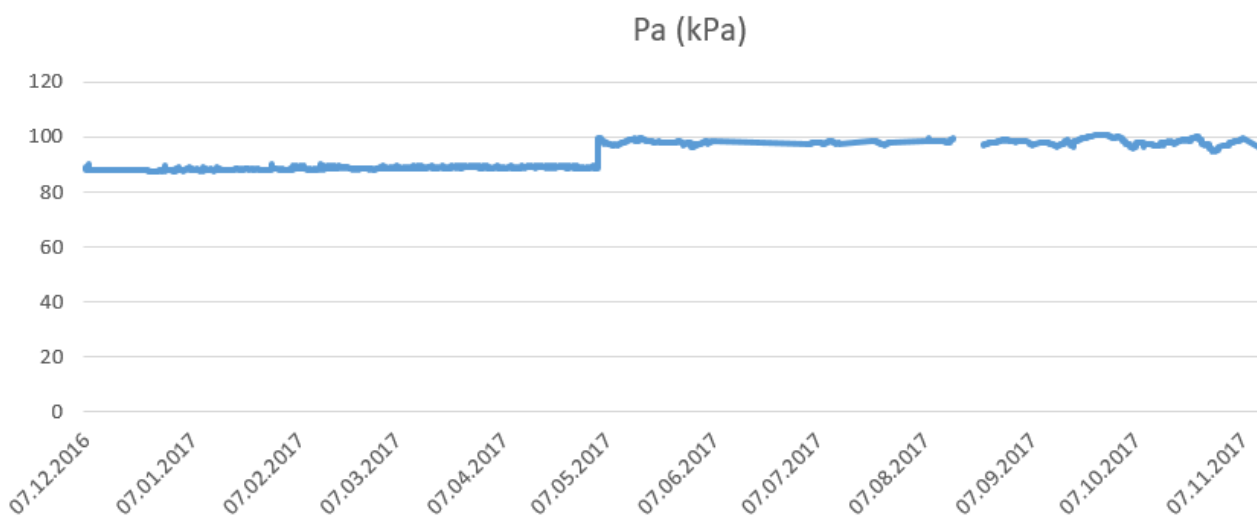


Рисунок 3. Скачок в показаниях датчика давления WXT 510 Vaisala Inc. (Финляндия).

С другой стороны, данные потоков тепла, влаги и парниковых газов (особенно, полученные с применением газоанализаторов открытого типа) могут содержать значительные выбросы, являющиеся результатом воздействия случайной погрешности, адвекции и

нарушений условий измерений. Пример такого ряда наблюдений показан на Рисунке 4.

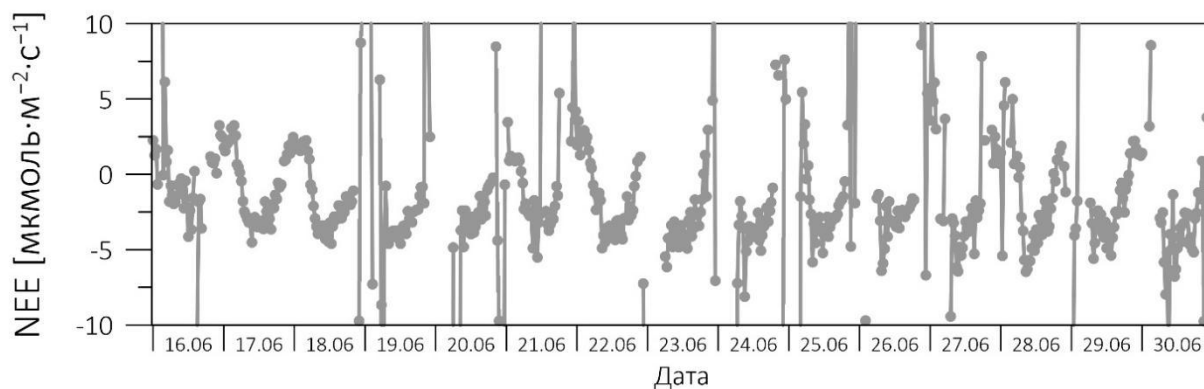


Рисунок 4. Ряд чистого экосистемного обмена CO<sub>2</sub> (NEE), содержащий выбросы.

Такие выбросы являются нормой для результатов первичной обработки данных турбулентных потоков. В случае, когда приборы пульсационных наблюдений работают штатно, **НЕ НУЖНО** удалять выбросы, а данные потоков следует поместить в файл с данными наблюдений **БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ**, вне зависимости от масштаба выбросов. В процессе подготовки продукта выбросы будут удалены едиными алгоритмами для всех станций. Удаление выбросов оператором станции до подготовки продукта может оказать негативное влияние на сопоставимость результатов постобработки.

## 10. Шаг десятый. Добавить переменную FETCH\_FILTER (при необходимости).

При измерениях над экосистемами ограниченных размеров зона охвата измерительного комплекса может выходить за границы изучаемой области. В случае необходимости, оператор станции имеет возможность маркировать с помощью переменной FETCH\_FILTER (Таблица 2) те периоды наблюдений, когда репрезентативность зоны охвата не может быть обеспечена. Критерием является выход показателя дальности зоны охвата FETCH\_70 за границы изучаемой области. Для создания переменной FETCH\_FILTER необходимо определить расстояния от мачты до границ области в метрах [м] и направление в градусах (°) на основе данных топографической съёмки, дистанционного зондирования или произвольного выбора области. Данные о направлении и расстоянии записываются в отдельный файл и могут не иметь регулярной угловой частоты (Таблица 4). Желательно, однако, чтобы частота точек была не менее 10° для обеспечения максимальной точности определения показателя FETCH\_FILTER.

**Важно!** 0° азимута точек границ исследуемой области должен совпадать с 0° азимута

направлений ветра акустического анемометра.

Таблица 4. Пример записи расстояний от мачты и азимута границ экосистемы.

<b>Distance</b>	<b>Direction</b>
77.78492	296.4171
77.83687	296.3063
77.32339	297.0515
76.61749	309.6007
...	...

Для автоматического создания переменной `FETCH_FILTER` было разработано специализированное приложение для ПК (`FETCH_FILTER`; Курбатов, Мамкин, 2026). Помимо файла с расстояниями и направлениями до точек границ области необходимо использовать файл с данными наблюдений, содержащий метки времени, данные показателя `FETCH_70` и направления ветра (`WD`). Для загрузки файлов и выбора переменных необходимо воспользоваться соответствующими кнопками (Рисунок. 5)

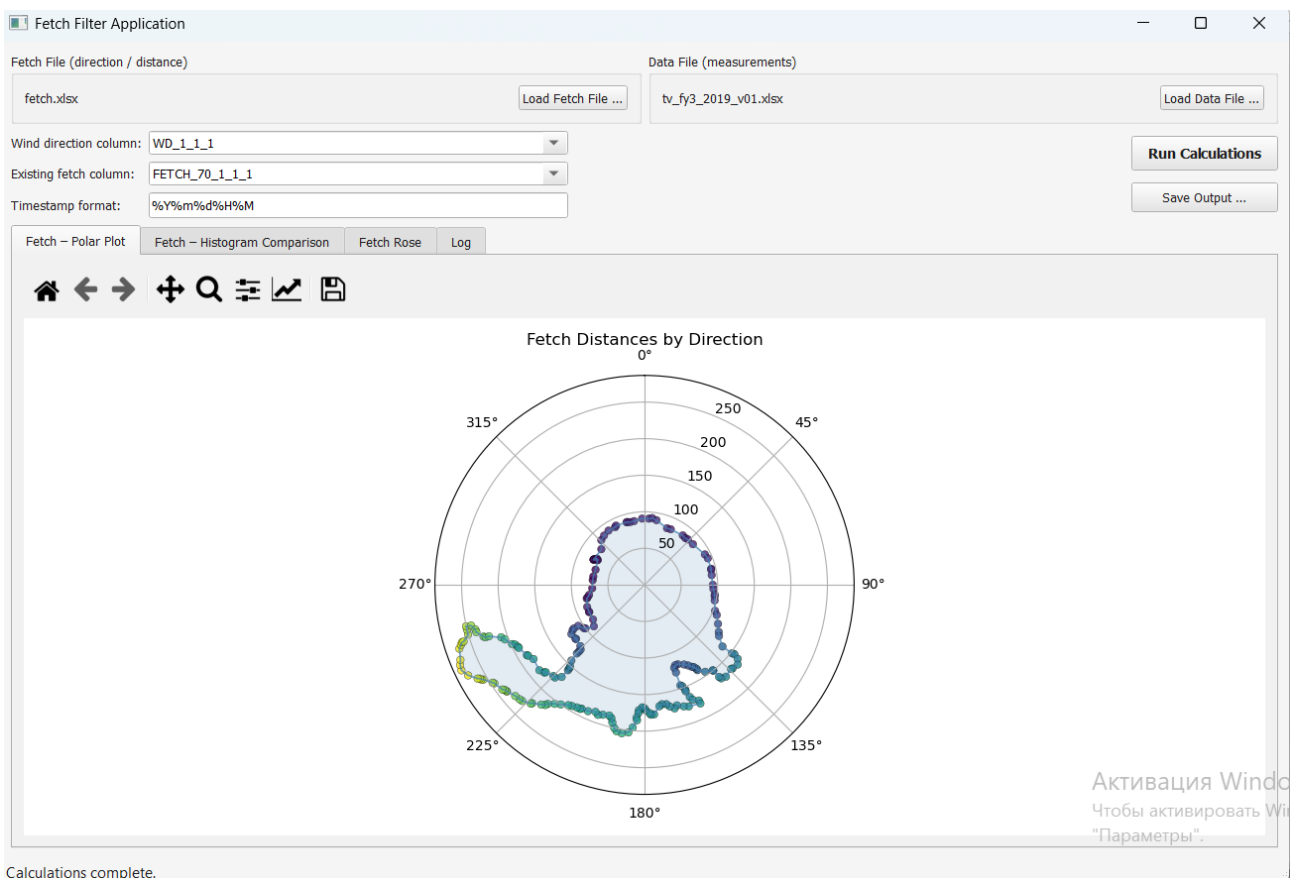


Рисунок 5. Интерфейс приложения для ПК Fetch Filter (Курбатов, Мамкин, 2026).

Вычисления FETCH\_FILTER осуществляются с угловым разрешением  $10^\circ$ . После вычисления имеется возможность визуализации границы области и распределения дальности зоны охвата по направлениям. Результаты сохраняются в отдельный файл, содержащий данные измерений, соответствующей кнопкой. Для подготовки продукта возможно использование выходного файла приложения, однако из него необходимо будет удалить несколько расчётных переменных: `datetime`, `qcut`, `distance`.

## 11. Шаг одиннадцатый. Проверить соблюдение правил формата записи данных наблюдений.

Проверка соблюдения правил формата файлов с данными осуществляется автоматически с помощью приложения для ПК Ias File Checker (Мамкин, Курбатов, 2025). При запуске приложения появляется окно (Рисунок 6). С помощью кнопки «Open File» пользователь может открыть файл с данными ЭКС для проверки. По умолчанию, комментарии в логге генерируются на русском языке. При необходимости пользователь может переключиться на английский язык. Обработка каждого файла занимает около 2-3 секунд. Информационные сообщения высвечиваются зелёным цветом, предупреждения – жёлтым, а

ошибки – красным. В рамках одной сессии существует возможность проверки сразу нескольких файлов (Рисунок 7).

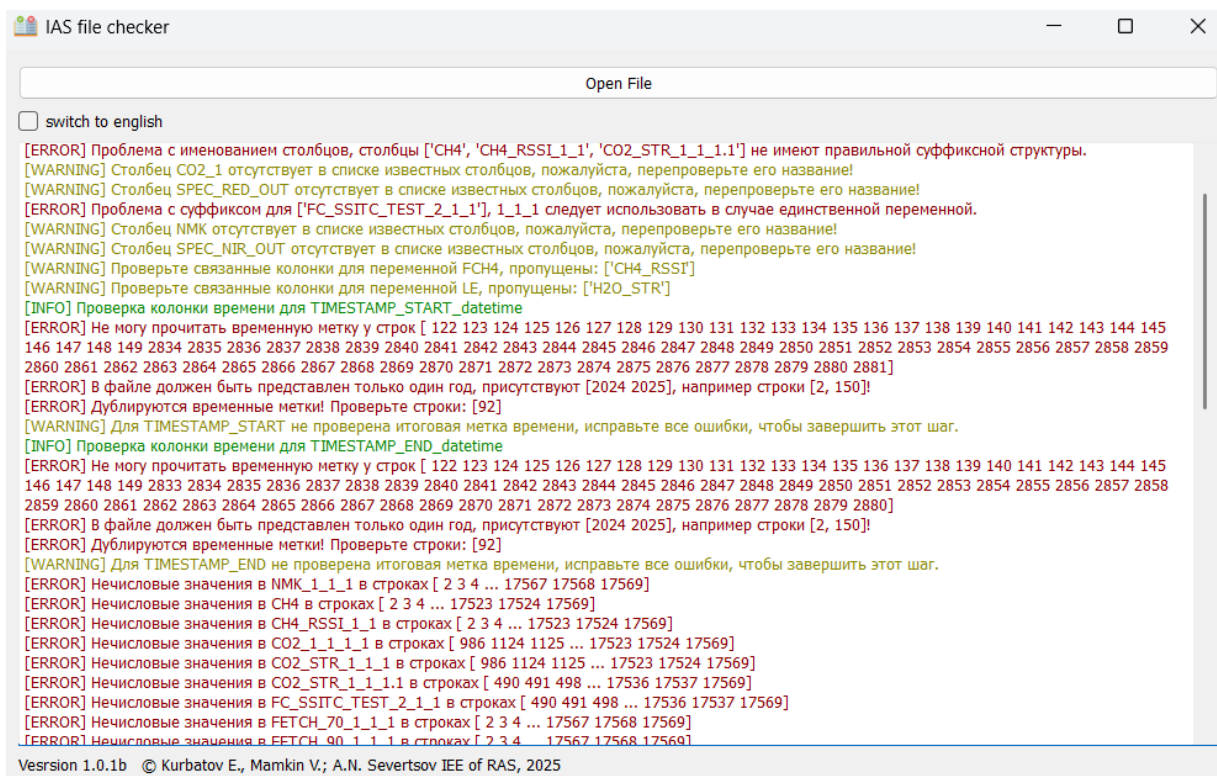


Рисунок 6. Пример выходного лога файла с данными эколого-климатической станции, содержащий ошибки.

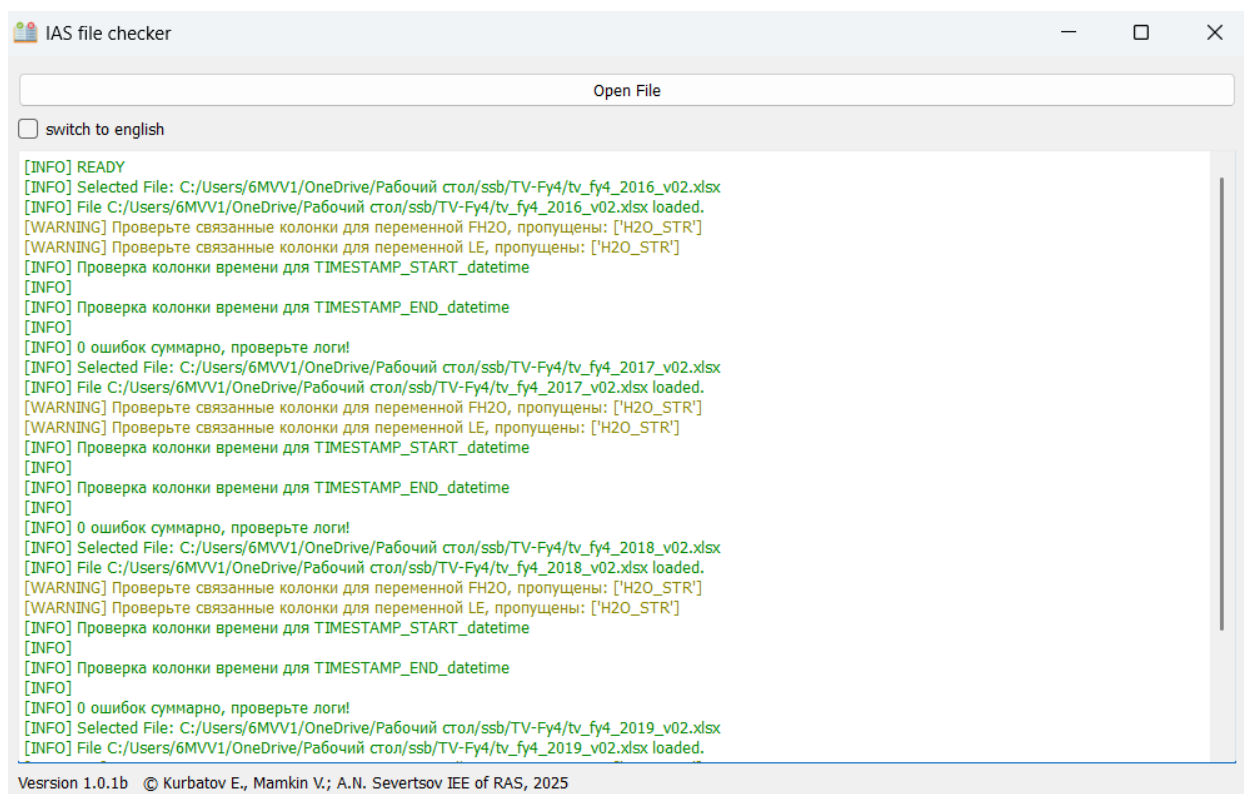


Рисунок 7. Пример выходного лога при проверке нескольких файлов с данными эколого-климатической станции.

Важно обеспечить отсутствие ошибок в файлах с данными. Наличие предупреждений допустимо. После прохождения проверки файлы готовы к использованию для создания продукта.

## 12. Шаг двенадцатый. Подготовка файла метаданных. Описание станции.

Для каждого файла с данными непрерывных наблюдений должен быть подготовлен **ОТДЕЛЬНЫЙ** файл метаданных. Т.е. если для создания продукта предоставляется 10 лет наблюдений, то должно быть подготовлено 10 файлов с данными и 10 файлов с метаданными. Если за эти годы не происходило никаких изменений в приборной базе или размещении датчиков, то информация может просто копироваться из файла в файл. В файле метаданных представляется краткое описание станции, переменных из файла данных непрерывных наблюдений и указывается различная информация, которая может иметь значение для их интерпретации. Файл метаданных состоит из трех страниц файла MS Excel: «Общая информация», «Коллектив» и «Переменные».

На вкладке «**Общая информация**» (Таблица 5) приводится краткое описание станции и экосистемы, которое необходимо для использования результатов наблюдений при публикации в научной литературе. Таблица состоит из четырех столбцов. в первом столбце «**Параметр описания**» указаны общие характеристики станции. Для обеспечения возможности автоматизации работы с метаданными каждому пункту описания в соответствие приведена переменная, указанная в столбце «**Переменная**». В столбец «**Информация**» оператор станции включает текст согласно пункту формы. В случае изменения каких-либо параметров общего описания станции в течение года история изменения параметра может быть описана в виде свободного текста в столбец «**Комментарий (история изменений)**». В этом же столбце оператор станции может указывать любую информацию, относящуюся к параметру описания станции, которая представляет собой важное значение при использовании данных.

**Таблица 5.** Фрагмент вкладки «Общая информация» файла метаданных.

Параметр описания	Переменная	Информация	Комментарий (история изменений)
Код станции RuFlux	RUFLUX	TV-Fy3	

Код станции FLUXNET	FLUXNET	RU-Fy3	
Код станции Asia Flux	ASIAFLUX		
...	...	...	...

1. **«Код станции RuFlux»** - Если станции был присвоен уникальный идентификатор сети RuFlux, его следует указать в данном пункте. Если нет – ничего не указывать.  
Пример: *TV-Fy3*
2. **«Код станции FLUXNET»** - Если станции был присвоен уникальный идентификатор сети FLUXNET, его следует указать в данном пункте. Если нет – ничего не указывать.  
Пример: *RU-Fy3*
3. **«Код станции Asia Flux»** - Если станции был присвоен уникальный идентификатор сети Asia Flux, его следует указать в данном пункте. Если нет – ничего не указывать.  
Пример: *TUR*
4. **«Название станции с привязкой к местности на русском»**  
Пример: *Фёдоровское вырубка*
5. **«Название станции с привязкой к местности на английском»**  
Пример: *Fyodorovskoye clear-cut*
6. **«Организация, на балансе которой находится станция, на русском»** - здесь нужно указать полное название организации, город и регион, где находится организация, на русском языке.  
Пример: *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва*
7. **«Организация, на балансе которой находится станция, на английском»** - здесь нужно указать полное название организации, город и регион, где находится организация, на английском языке.  
Пример: *Institute of Ecology and Evolution of RAS, Moscow*
8. **«Регион»** - регион, где находится станция.  
Пример: *Тверская область*

**9. «Тип растительного покрова IGBP»** - указывается тип растительного покрова в зоне охвата станции по классификации IGBP. Необходимо выбрать одну из следующих категорий:

**DBF:** Листопадные широколиственные леса.

Участки, где преобладает древесная растительность с проективным покрытием >60% и высотой более 2 метров. Состоят из сообществ широколиственных деревьев с ежегодным циклом периодов наличия и отсутствия листвы.

**DNF:** Листопадные хвойные леса.

Участки, где преобладает древесная растительность с проективным покрытием >60% и высотой более 2 метров. Состоят из сезонных сообществ хвойных деревьев с ежегодным циклом периодов наличия и отсутствия хвои.

**EBF:** Вечнозеленые широколиственные леса.

Участки, где преобладает древесная растительность с проективным покрытием >60% и высотой более 2 метров. Почти все деревья и кустарники остаются зелеными круглый год. Полог никогда не остается без зеленой листвы.

**ENF:** Вечнозеленые хвойные леса.

Участки, где преобладает древесная растительность с проективным покрытием >60% и высотой более 2 метров. Почти все деревья остаются зелеными круглый год. Полог никогда не остается без зеленой хвои.

**MF:** Смешанные леса

Участки, где преобладают деревья с проективным покрытием >60% и высотой более 2 метров. Состоят из древесных сообществ со смешанным или мозаичным распределением других четырех типов леса. Ни один из типов леса не превышает 60% проективного покрытия ландшафта.

**CSH:** Сомкнутые кустарники

Участки с древесной растительностью высотой менее 2 метров и сомкнутостью полога кустарников >60%. Листва кустарников может быть как вечнозеленой, так и листопадной.

**OSH:** Открытые кустарники

Участки с древесной растительностью высотой менее 2 метров и сомкнутостью полога кустарников от 10% до 60%. Листва кустарников может быть как вечнозеленой, так и лиственной.

**WSA:** Древесные саванны

Участки с травянистыми и другими системами нижнего яруса и с сомкнутостью лесного полога от 30% до 60%. Высота лесного покрова превышает 2 метра.

**SAV:** Саванны

Участки с травянистыми и другими системами нижнего яруса и с сомкнутостью лесного полога от 10% до 30%. Высота лесного покрова превышает 2 метра.

**GRA:** Травянистые сообщества (Степи/Луга)

Участки с травянистыми типами покрова. Покрытие деревьями и кустарниками составляет менее 10%.

**WET:** Постоянные водно-болотные угодья

Участки с постоянным мозаичным распределением открытой водной поверхности и травянистой или древесной растительности. Растительность может присутствовать в соленой, солоноватой или пресной воде.

**CRO:** Сельскохозяйственные земли (Пашни)

Участки, покрытые временными культурами, за которыми следует сбор урожая и период оголённой поверхности почвы (например, системы с одним или несколькими циклами выращивания). Обратите внимание, что многолетние древесные культуры будут классифицироваться как соответствующий тип лесного или кустарникового покрова.

**CVM:** Мозаика пахотных земель и естественной растительности.

Участки, представляющие собой мозаику из сельскохозяйственных угодий (пашни), лугов, древесных и иных природных типов растительности. Ни один из компонентов не занимает более 60% площади ландшафта.

**URB:** Городские и застроенные земли

Участки, покрытые зданиями и другими искусственными сооружениями.

**SNO:** Снег и лед

Участки, покрытые снегом/льдом большую часть года.

**BSV:** Голые или разреженно-заросшие земли (Голая почва и скалы)

Участки с обнаженной почвой, песком или камнями и имеющие менее 10% растительного покрова в любое время года.

**WAT:** Водные объекты

Океаны, моря, озера, водохранилища и реки. Могут быть как пресными, так и солеными.

Пример: *DBF*

- 10. «Краткое описание экосистемы»** - В свободной форме описывается тип экосистемы на основе доминирующих видов растительного покрова. В столбце **Комментарий** может быть дано полное геоботаническое описание растительного покрова или данные таксации, а также описание почв.

Пример: *Мелколиственный осиново-берёзовый лес на месте вырубки. Сплошная рубка леса проведена в марте-апреле 2016 г.*

- 11. «Высота растительного покрова (м)»** - Указывается средняя высота растительного полога в зоне охвата станции.

Пример: 5.5

**12. «Широта по WGS 84 от -90 (ю.п.) до 90 (с.п.)»** - Указывается в формате десятичных долей градуса с точностью до 4-го знака после запятой.

Пример: 54.4436

**13. «Долгота по WGS 84 от -180 (з.п.) до 180 (в.п.)»** - Указывается в формате десятичных долей градуса с точностью до 4-го знака после запятой.

Пример: 33.0479

**14. «Высота над уровнем моря (м)»**

Пример: 286

**15. «Уклон поверхности и рельеф в пределах зоны охвата»** -

Выбрать из вариантов:

- Плоский рельеф
- Неоднородный рельеф
- Долина
- Пологий склон (уклон <2%)
- Средний уклон (>2%, <5%)
- Значительный уклон (<5%, >10%)
- Крутой склон (>10%)
- Вершина.

Пример: *Плоский рельеф*

**16. «Экспозиция склона»** - Необходимо выбрать румбы: С, ССВ, СВ, ..., ССЗ; либо «нет уклона поверхности».

Пример: *Нет уклона поверхности*

**«Высота мачты 1 (м)»** - Указывается общая высота мачты, на которой размещены приборы. Если станция состоит из нескольких мачт с перекрытием зон охвата, то необходимо дополнительно создать строки ниже и записать новые названия переменной (TOWER\_HEIGHT\_1; TOWER\_HEIGHT\_2 и т.д.) и её описания (Высота мачты 1 (м); Высота мачты 2 (м) и т.д.). Для каждой мачты необходимо указать свою высоту. При этом, в комментариях к переменным на вкладке **«Переменные»** нужно произвести запись о том какие измерения были получены на каждой из мачт, указав номер мачты напротив переменной. Пример записи показан в Таблице 6.

Таблица 6. Пример записи высоты двух мачт на одной станции.

Параметр описания	Переменная	Информация	Комментарий (история изменений)
...	...	...	...
Высота мачты 1 (м)	TOWER_HEIGHT_1	30	
Высота мачты 2 (м)	TOWER_HEIGHT_2	45	
...	...	...	...

**Важно!** Описание двух и более мачт следует приводить исключительно при условии наличия данных с каждой из них в файле для записи результатов наблюдений. Если на станции несколько мачт с приборами, но данные предоставлены только по одной, описывать другие мачты не нужно.

**17. «Контактное лицо 1 на русском»** - На русском языке указывается ФИО контактного лица, с которым возможно вести переписку по вопросам, связанным с данными наблюдений и описанием станции. В случае необходимости указания нескольких контактных лиц, ниже создаются новые строки описания (Контактное лицо 1 на русском; Контактное лицо 2 на

русском и т.д.) и переменной (CONTACT\_1\_R; CONTACT\_2\_R и т.д.) для каждой из которых нужно заполнить соответствующие поля с информацией.

Пример: *Иванов Иван Иванович*

- 18. «Контактное лицо 1 на английском»** - На английском языке указывается ФИО контактного лица, с которым возможно вести переписку по вопросам, связанным с данными наблюдений и описанием станции. В случае необходимости указания нескольких контактных лиц, ниже создаются новые строки описания (Контактное лицо 1 на английском; Контактное лицо 2 на английском и т.д.) и переменной (CONTACT\_1\_E; CONTACT\_2\_E и т.д.), для каждой из которых нужно заполнить соответствующие поля с информацией.

Пример: *Ivanov Ivan Ivanovich* или *Ivan Ivanov*

- 19. «Электронная почта 1 контактного лица 1»** - Указывается адрес электронной почты контактного лица. При необходимости можно указать несколько адресов электронной почты для каждого из контактных лиц. Для этого нужно создать строки ниже с соответствующим описанием (Электронная почта 1 контактного лица 1; Электронная почта 2 контактного лица 1, Электронная почта 1 контактного лица 2 и т.д.); и переменной (EMAIL\_1\_CONTACT\_1; EMAIL\_2\_CONTACT\_1; EMAIL\_1\_CONTACT\_2 и т.д.), для каждой из которых нужно заполнить соответствующие поля с информацией.

Пример: [ivanovivan@ruflux.net](mailto:ivanovivan@ruflux.net)

- 20. «Ссылка на финансирование (Благодарности) на русском»** - На русском языке указывается ссылка на проект, при поддержке которого были получены данные. Указанная ссылка должна быть включена в раздел «Финансирование» или «Благодарности» пользователем данных в научной или аналитической работах.

Пример: *Работа Иванова И.И. и Петрова П.П. выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджета углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6)".*

**21. «Ссылка на финансирование (Благодарности) на английском».** На английском языке указывается ссылка на проект, при поддержке которого были получены данные. Указанная ссылка должна быть включена в раздел «Финансирование» или «Благодарности» пользователем данных в научной или аналитической работах.

Пример: *The work of Ivanov I. and Petrov P. was carried out as part of the most important innovative project of national importance "Development of a system for ground-based and remote monitoring of carbon pools and greenhouse gas fluxes in the territory of the Russian Federation, ensuring the creation of recording data systems on the fluxes of climate-active substances and the carbon budget in forests and other terrestrial ecological systems" (Registration number: 123030300031-6)".*

**22. «Отклонение временных меток от UTC»** - Указывается разница местного времени от UTC. В случае, если на год измерений пришлось изменение часового пояса относительно UTC, информацию об этом необходимо записать в столбец **«Комментарий»**.

Пример: 3

**23. «Модель анемометра I пульсационной системы 1\_1\_1»** - Указывается модель, производитель и страна производства анемометра пульсационной системы. Если пульсационных систем несколько, то каждая из них нумеруется согласно правилам нумерации измерений других датчиков (Пункт 4). Римской цифрой «I» условно обозначается персональный идентификатор анемометра. Персональный идентификатор вводится для приборов пульсационных систем, поскольку поток является результатом высокочастотных измерений 2-х переменных (как правило, концентрации газа и вертикальной компоненты скорости ветра), позволяя идентифицировать, какой именно прибор используется в той или иной пульсационной системе.

**Важно!** Одна пульсационная система - это 1 анемометр (если нет газоанализаторов), либо 1 анемометр и 1 газоанализатор, либо 1 анемометр и 2 (или более) газоанализатора разных газов (например, CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O и CH<sub>4</sub>). Например, при размещении двух одинаковых газоанализаторов и двух одинаковых анемометров на одной высоте одной мачты есть возможность перекрёстного использования датчиков. В итоге, мы получим четыре пульсационные системы, каждая из которых может дать отдельную оценку одного и того же потока (скажем, FC). Каждая переменная может быть пронумерована следующим образом: FC\_1\_1\_1, FC\_1\_1\_2, FC\_1\_1\_3,

FC\_1\_1\_4, пульсационные системы будут иметь такую же нумерацию. Однако, номер пульсационной системы не даёт возможности определить, в какой комбинации датчиков осуществлялся эксперимент. Если, скажем, переменных две: FC\_1\_1\_1, FC\_1\_1\_2, нужно иметь возможность идентифицировать, являются ли две переменные потока результатом использования двух анемометров и двух газоанализаторов или одного анемометра и двух газоанализаторов. Также возможно применение одного газоанализатора и двух анемометров. Поэтому присвоение уникальных идентификаторов для пульсационных приборов, расположенных на одной мачте и одной высоте (I, II, III и т.д.), позволяет провести анализ постановки эксперимента. Если используется два анемометра и один газоанализатор, названия строк записи модели анемометра будут следующие: ANEMOMETER\_I\_1\_1\_1, ANEMOMETER\_II\_1\_1\_2, а если один анемометр, но два газоанализатора, то: ANEMOMETER\_I\_1\_1\_1, ANEMOMETER\_I\_1\_1\_2.

Пример: *Wind Master Pro (Gill Instruments inc., Великобритания)*

**24. «Модель CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O газоанализатора I пульсационной системы 1\_1\_1»** - Указывается модель, производитель и страна производства CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O газоанализатора пульсационной системы. Если пульсационных систем несколько, то каждая из них нумеруется согласно правилам нумерации измерений других датчиков (Пункт 4). При этом, ниже создаются строки для записи моделей приборов других систем. Римской цифрой «I» условно обозначается персональный идентификатор газоанализатора. Персональный идентификатор вводится для приборов пульсационных систем, поскольку поток является результатом высокочастотных измерений двух переменных (как правило, концентрации газа и вертикальной компоненты скорости ветра), позволяя идентифицировать, какой именно прибор используется в той или иной пульсационной системе.

Пример: *LI-7500A (LI-COR Inc., США)*

**25. «Регистратор данных пульсационных наблюдений I системы 1\_1\_1»** - Указывается модель, производитель и страна производства регистратора данных пульсационной системы. Если пульсационных систем несколько, то каждая из них нумеруется согласно правилам нумерации измерений других датчиков (Пункт 4). При этом ниже создаются строки для записи моделей приборов других систем. Римской цифрой «I» условно обозначается персональный идентификатор регистратора. Персональный идентификатор позволяет идентифицировать, какой именно логгер используется в той или иной пульсационной системе.

Пример: *LI-7550 (LI-COR Inc., США)*

**26. «Регистратор системы метеонаблюдений\_1»** - Указывается модель, производитель и страна производства регистратора данных системы метеонаблюдений. Если запись метеопараметров осуществляется несколькими логгерами, необходимо добавить строки снизу и пронумеровать регистраторы в произвольном порядке. В столбце «**Комментарий**» указать, какие именно параметры записываются каждым из логгеров.

Пример: *CR 3000 (Campbell sci. Inc., США)*

**27. «Частота записи данных пульсационных наблюдений (Гц) системы\_1\_1\_1»** - Указывается частота записи данных пульсационных наблюдений в Герцах. Если на станции несколько систем, то для каждой необходимо создать отдельную строку с записью.

Пример: *10*

**28. «Частота записи данных (с) регистратором метеонаблюдений\_1»** - Указывается период между записями метеопараметров логгером в секундах.

Пример: *10*

**29. «Программное обеспечение для расчёта потоков пульсационной системы\_1\_1\_1»** - Указывается название программного обеспечения (включая версию и производителя), которое было использовано для расчёта потоков, полученных с помощью пульсационной системы. В столбце «**Комментарий**» может быть дополнительно указана информация о параметрах настройки ПО, используемых при расчётах

Пример: *Eddy Pro v7.0.9 (LI-COR Inc., США)*

**30. «Модель зоны охвата пульсационной системы\_1\_1\_1»** - Указывается название модели, которая была использована для расчёта параметров зоны охвата системы пульсационных измерений (FETCH\_70, FETCH\_80, FETCH\_90, FETCH\_MAX).

Пример: *Eddy Pro v7.0.9 (LI-COR Inc., США)*

**31. «Публикация\_1»** - Может быть приведена публикация, где были использованы данные станции (за любой год наблюдений) или описание станции и объекта исследований. Возможно указать несколько публикаций в отдельных строках.

Пример: *Xiao, J., Baldocchi, D., Ichii, K., Li, F., & Papale, D. (2025). Insights into terrestrial carbon and water cycling from the global eddy covariance network. Nature Reviews Earth & Environment, 1-20. <https://doi.org/10.1038/s43017-025-00743-1>*

### 13. Шаг тринадцатый. Подготовка файла метаданных. Коллектив станции.

На вкладке «Коллектив» необходимо указать список сотрудников, осуществляющих работы по организации, техническому обслуживанию и работе с данными станции. Информация из этой формы необходима для публикации продукта и будет служить основой для составления списка авторов продукта и обобщающих статей на их основе. Количество сотрудников не ограничено. Каждого отдельного сотрудника необходимо вписывать в отдельную строку. Первым в списке должен быть основной сотрудник, ответственный за станцию (PI).

Для каждого сотрудника указывается:

1. ФИО на русском языке.
2. ФИО на английском языке.
3. Роль члена коллектива в получении данных (в свободной форме).
4. Аффiliation члена коллектива на русском языке. Указываются в отдельных столбцах и включают полное название и адрес организации. Количество аффiliation не ограничено.
5. Аффiliation члена коллектива на английском языке. Дублируют информацию, представленную на русском.
6. Адрес электронной почты члена коллектива.
7. Персональный идентификатор ORCID (при наличии).

## 14. Шаг четырнадцатый. Подготовка файла метаданных. Описание переменных.

Для описания переменных файла данных необходимо скопировать названия всех переменных в первый столбец файла метаданных («**Переменная**»). Порядок расположения переменных в столбце должен соответствовать порядку расположения переменных в файле данных. Для каждой станции и года измерений может быть свой набор переменных, в зависимости от того, какой набор измерений используется на каждой отдельной станции в каждый отдельный год.

В столбце «**Модель прибора (-ов)**» для каждой переменной указывается модель прибора, с помощью которого были получены значения переменной или нескольких приборов, если значения переменной являются результатом измерений различных датчиков. В последнем случае, приборы следует указывать через запятую. В скобках для каждой модели прибора необходимо указать производителя и страну производства. Для простоты записи у переменных, полученных при расчёте потоков в специализированном программном обеспечении на основе данных приборов системы пульсационных измерений, в столбце «**Модель прибора (-ов)**» указывается «Пульсационная система». Если на станции установлено несколько пульсационных систем, то следует указать, на основе данных какой именно системы были получены значения переменной («Пульсационная система 1\_1\_1», «Пульсационная система 1\_2\_1» и т.д.).

В столбце «**Высота (глубина) размещения**» указывается высота или глубина размещения датчика. Для системы пульсационных наблюдений это высота размещения оборудования для определения пульсаций. Если газоанализатор и анемометр имеют значительное разнесение по вертикали ( $>0.1$  м), следует указать высоту размещения акустического анемометра.

В столбце «**Примечание**» ответственный за станцию может указать любую информацию, которая может иметь значение для пользователя при интерпретации данных. Например, для датчиков потока тепла следует указывать, включена ли функция самокалибровки. Если самокалибровка была настроена в течение года, то необходимо указать, с какого числа данная функция была включена. Другой пример - если для датчика потока тепла ответственный за станцию решил предоставить данные с учётом и без учёта самокалибровки, создав две разные переменные: G\_1\_1\_1 и

G\_1\_1\_2, то в столбце «Примечание» следует расшифровать значения третьего индекса переменных, записав «без учёта самокалибровки» или «с учётом самокалибровки» в соответствующих строках. Кроме того, если на станции расположено несколько датчиков какого-либо параметра для учёта неоднородности условий среды в экосистеме, например, один датчик потока тепла был установлен в гряде (G\_1\_1\_1), а другой в мочажине (G\_2\_1\_1), то информацию об этом также можно представить в соответствующем столбце. Также в данный столбец возможно включение информации о работе с оборудованием, если результаты подобной работы могут повлиять на показания прибора. Например, 12 апреля была проведена калибровка газоанализатора и заменены осушители, тогда для переменных, на значения которых калибровка и замена осушителей могли повлиять (например, CO2\_1\_1\_1 и FC\_1\_1\_1, LE\_1\_1\_1, FH2O\_1\_1\_1), можно указать: «12.04 проведена калибровка газоанализатора и заменены осушители».

## 15. Шаг пятнадцатый. Отправить готовые файлы данных, метаданных и фотографий станции.

Для передачи файлов с данными, метаданными и изображений станции в целях создания продукта создан веб-интерфейс на базе облачных решений Yandex Cloud (ООО Яндекс, Россия), позволяющий осуществлять одновременную загрузку сразу нескольких файлов с любыми расширениями, включая текстовые файлы, таблицы MS Excel и фотографии .jpeg объёмом до 5 Гб <https://ruflux1-form.website.yandexcloud.net/> (Рисунок 7).

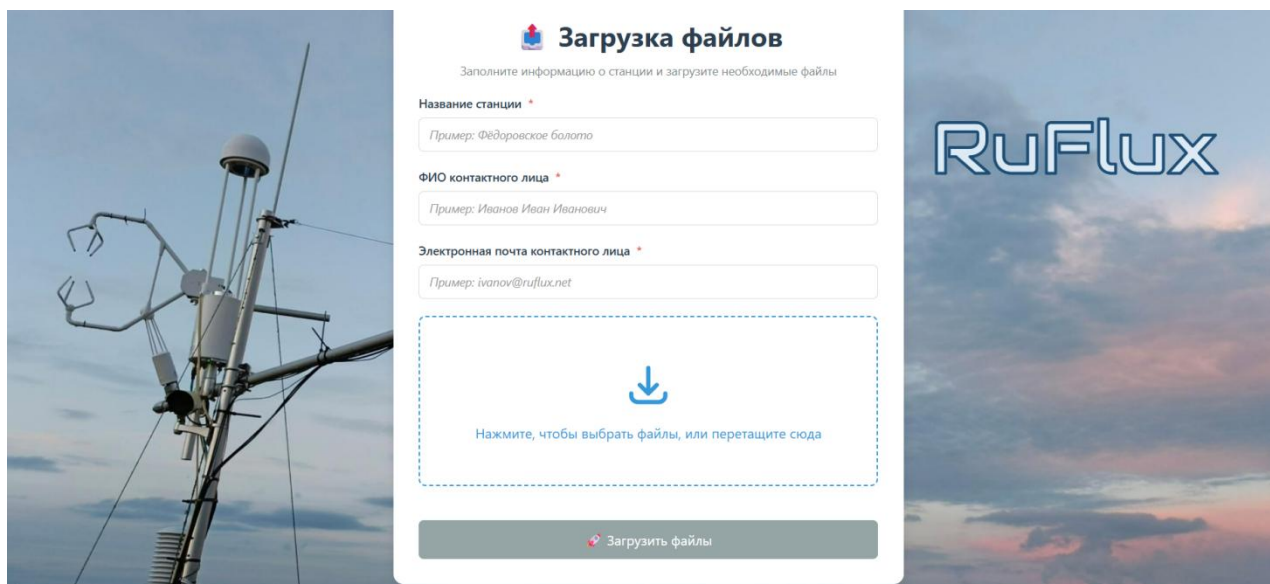


Рисунок 7. Интерфейс веб-сервиса для загрузки данных, метаданных и изображений станции.

Чтобы передать данные для подготовки продукта необходимо:

1. Ввести **Название станции**.
2. Ввести **Фамилию, Имя и Отчество** контактного лица, ответственного за предоставление данных.
3. Ввести **Адрес электронной почты** для обратной связи.
4. Выбрать данные на компьютере для загрузки (можно выбрать сразу несколько файлов).
5. Нажать на кнопку «**Загрузить файлы**».
6. Если все файлы будут успешно загружены, появится сообщение «**Файлы успешно загружены**». После чего появится возможность загружать новые файлы.

**Важно!** Не рекомендуется использовать сервис для передачи первичных (высокочастотных) данных пульсационных наблюдений из-за большого объёма архивов. Способ передачи таких данных обсуждается в индивидуальном порядке.

В случае возникновения технических неполадок все материалы можно высылать на адрес электронной почты [ruflex2027data@mail.ru](mailto:ruflex2027data@mail.ru).

После технической проверки на адрес почты контактного лица придёт сообщение о состоянии и статусе обработки полученных данных. В случае ошибок в данных или описании станции возможны запросы к контактному лицу для уточнения предоставляемой информации.

## 16. Приложение 1. Автоматическая конвертация результатов первичной обработки данных с помощью инструмента FluxFilter.

На текущий момент, рабочая версия инструмента FluxFilter представляет собой скрипт в среде программирования Python, реализованный на платформе Google Colab (Google LLC, США). Запуск скрипта происходит в браузере. Требуется интернет-соединение и аккаунт в Google.

FluxFilter находится в открытом доступе, версия инструмента по состоянию на 15.03.2026 находится по адресу:

<https://colab.research.google.com/github/PlaZMaD/climate/blob/v1.0.4/FluxFilter.ipynb>

Самая новая версия инструмента находится в репозитории <https://github.com/PlaZMaD/climate/releases>

### **Требования к входным файлам**

Входные файлы должны содержать колонки с турбулентными потоками и метеорологическими переменными. К файлам формата Full output (FO) программного обеспечения EddyPro (LI-COR Inc.) либо Campbell Scientific Format (CSF) программного обеспечения EasyFlux (Campbell Scientific Inc.) также требуется файл с метеорологическими переменными в формате biomet. Допустимы следующие конфигурации запуска: FO+biomet, CSF+biomet. Входные файлы должны быть с разрешением .csv (текстовый файл, разделенный запятыми). Код пропуска во входных файлах должен быть -9999. В скрипте переменные идентифицируются по названиям колонок, поэтому они строго должны соответствовать шаблонам для каждого типа файлов.

### **Файл FO**

- В файле FO заголовки столбцов должны быть в строгом соответствии с руководством EddyPro (co2\_flux для потока CO<sub>2</sub> в full output, Ta\_1\_1\_1 для температуры воздуха в biomet и т.д.).

- **Файл-пример FO доступен по ссылке**

(<https://drive.google.com/file/d/1TyuHYZ0uh5teRiRFAga0XIqfU4vYW4-N/view>), начало файла приведено на Рисунке П1.

- В файле FO должны быть три строки заголовка, и названия переменных должны быть записаны во второй строке.

file_info	corrected_fluxes_and_quality_flags														
filename	date	time	DOY	daytime	file_recor	used_recc	Tau	qc_Tau	H	qc_H	LE	qc_LE	co2_flux	qc_co2_ftl	
	[yyyy-mm-dd]	[HH:MM]	[ddd.ddd]	[1+daytim	[#]	[#]	[kg+1m-1s	[#]	[W+1m-2]	[#]	[W+1m-2]	[#]	[Bumol+1s	[#]	
2025-09-02T163000_AIU-2581.ghg	02.09.2025	17:00	245.7082		1	18000	18000	-0.50562	1	107.131	1	34.6419	1	-3.36903	2
2025-09-02T170000_AIU-2581.ghg	02.09.2025	17:30	245.729		1	18000	18000	-0.90471	1	126.607	1	51.0408	1	-5.02344	1
2025-09-02T173000_AIU-2581.ghg	02.09.2025	18:00	245.7498		1	18000	18000	-0.91733	1	64.6736	1	32.3219	1	-2.27711	1
2025-09-02T180000_AIU-2581.ghg	02.09.2025	18:30	245.7707		1	18000	18000	-0.50386	1	48.9101	4	39.3367	4	2.53392	1
2025-09-02T183000_AIU-2581.ghg	02.09.2025	19:00	245.7915		1	18000	18000	-0.48652	1	-9.88785	9	12.5969	2	2.84845	1
2025-09-02T190000_AIU-2581.ghg	02.09.2025	19:30	245.8123		0	18000	18000	-0.35709	1	-36.0721	1	11.5319	4	3.64008	1

Рисунок П1. Начало файла-примера full output EddyPro.

### Файл CSF

- В файле CSF должны быть четыре строки заголовка, и названия переменных должны быть записаны во второй строке.

Начало файла CSF приведено на Рисунке П2.

TOA5	22814	CR6	22814	CR6.Std	CPU:EasyFlux_DL_C	17195	Flux_CSFormat								
TIMESTAMP	RECORD	FC	FC_mass	FC_QC	FC_samples	ET	ET_QC	ET_sample	LE	LE_QC	LE_sample	H	H_QC	H_s	
TS	RN	umolCO2	mg m-2 s	grade	samples	mm hour	grade	samples	mmolH2O	grade	samples	W m-2	grade	san	
-	-	Smp	Smp	Smp	Tot	Smp	Smp	Tot	Smp	Smp	Tot	Smp	Smp	Tot	
04.07.2024 13:30	453	-6.35378	-0.27963	1	23873	0.18891	1	23873	127.774	1	23873	22.8282	1		
04.07.2024 14:00	454	-5.22824	-0.23009	1	36000	0.14723	1	36000	99.6208	1	36000	18.9622	1		
04.07.2024 14:30	455	-4.70121	-0.2069	5	36000	0.14117	5	36000	95.5542	5	36000	7.86324	5		
04.07.2024 15:00	456	-6.17962	-0.27197	7	36000	0.17048	7	36000	115.405	7	36000	4.29766	7		
04.07.2024 15:30	457	-3.6019	-0.15852	3	36000	0.12813	3	36000	86.7392	3	36000	-12.0845	3		
04.07.2024 16:00	458	-2.18048	-0.09596	3	36000	0.0939	3	36000	63.5713	3	36000	-16.9777	3		

Рисунок П2. Начало файла-примера CSF

## Файл biomet

- Файл-пример biomet доступен по ссылке (<https://drive.google.com/file/d/1FjiBcSspDBIYlcg9Vzy71Sm49gOFZGBF/view>), начало файла приведено на Рисунок ПЗ.

- В файле biomet должны быть две строки заголовка, и названия переменных должны быть записаны в первой строке. Дата и время должны быть записаны в колонке TIMESTAMP\_1 в формате уууу-мм-дд ННММ.

- Единицы для переменных файла biomet должны соответствовать основным единицам файла biomet по руководству EddyPro. Исключение: температура воздуха/почвы должна быть в градусах Цельсия.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	TIMESTAMP_1	Ta_1_1_1	RH_1_1_1	Lwin_1_1_1	Lwout_1_1_1	Swin_1_1_1	Swout_1_1_1	PPFD_1_1_1	P_rain_1_1_1	Ts_1_1_1	SHF_1_1_1	Pswc_1_1_1
2	yyyy-mm-dd ННММ	C	%	W+1m-2	W+1m-2	W+1m-2	W+1m-2	umol+1m-2s-1	mm	C	W+1m-2	m+3m-3
3	2025-09-02 1700	21.7	56.55	342.23	426.08	318.41	28.39	627.72	0	18.2	7.2627	0.064411
4	2025-09-02 1730	20.7	59.94	351.79	420.98	260.51	23.76	500.85	0	18.1	6.0123333	0.064333
5	2025-09-02 1800	19.6	63.48	366.11	415.32	190.11	19.16	348.8	0	18	5.1008367	0.064333
6	2025-09-02 1830	18.7	65.72	368.57	409.99	83.95	7.41	154.41	0	17.9	4.82777	0.064333
7	2025-09-02 1900	17.5	68.1	336.19	401.14	13.32	1.87	36.11	0	17.8	3.57518	0.064278
8	2025-09-02 1930	17.1	69.23	322.46	396.92	-2.23	2.13	4.09	0	17.6	2.3085933	0.064278
9	2025-09-02 2000	16.8	71.26	321.43	393.49	-3.31	2.56	0.07	0	17.5	0.973342	0.064311

Рисунок ПЗ. Начало файла-примера biomet EddyPro.

## Загрузка входных файлов

Осуществляется следующим образом:

- создание аккаунта google (при отсутствии);
- загрузка на google-диск файлов FO/CSF и biomet;
- открытие публичного доступа к ним;
- копирование частей ссылок на входные файлы в блок скрипта "Загружаем данные";

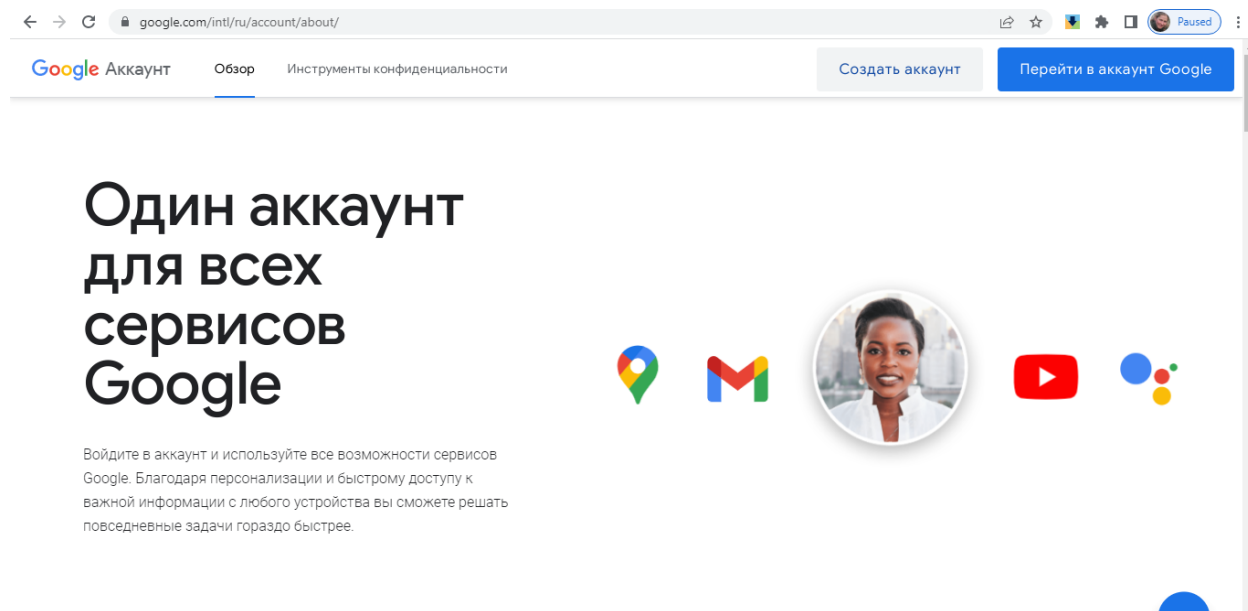
- в разделе «Фильтрация физическая» в первом блоке кода записывается индекс станции и версия обработки данных, которые будут записаны в название файла ИАС.

**Далее требуется осуществить:**

- запуск скрипта;
- после окончания работы скрипта – скачивание выходного файла ИАС через меню "Файлы" среды google colab.

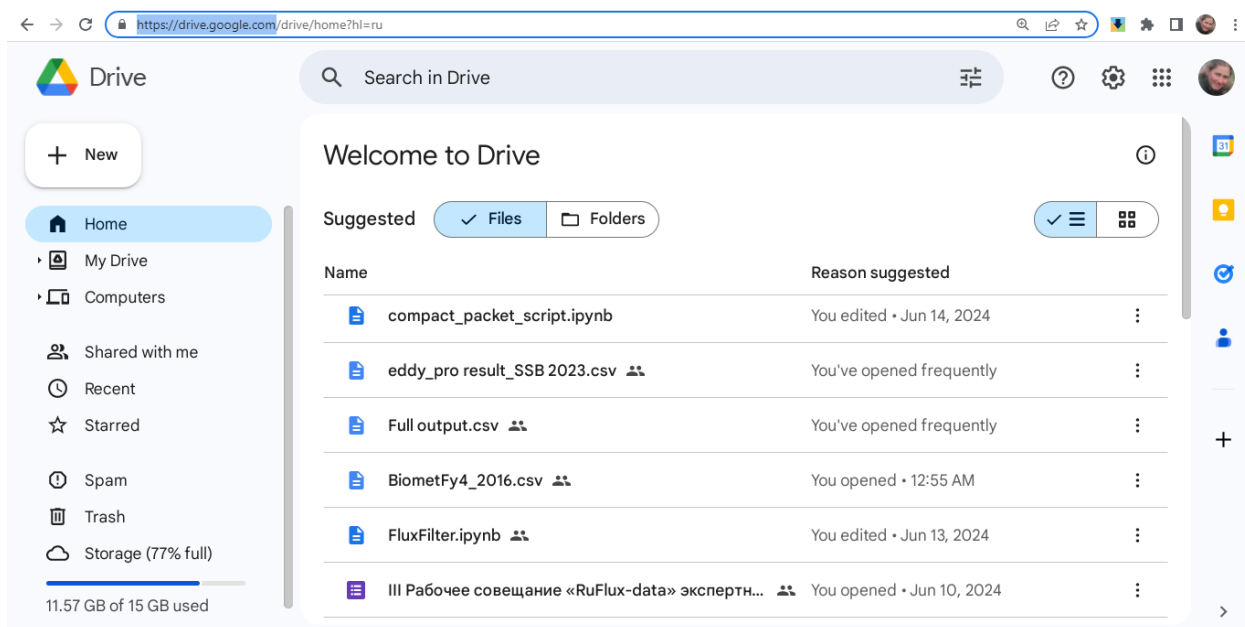
### **Последовательность шагов для получения файла ИАС**

Последовательность шагов при работе со скриптом показана на Рисунках П4–П20 ниже. В подписях к рисункам прописаны шаги, которые требуется сделать, чтобы получить из входных данных файл ИАС.



<https://www.google.com/intl/ru/account/about/>

Рисунок П4. Создание аккаунта в Google («Создать аккаунт»)



<https://drive.google.com/drive/my-drive>

Рисунок П5. Открытие Google drive (диска Google)

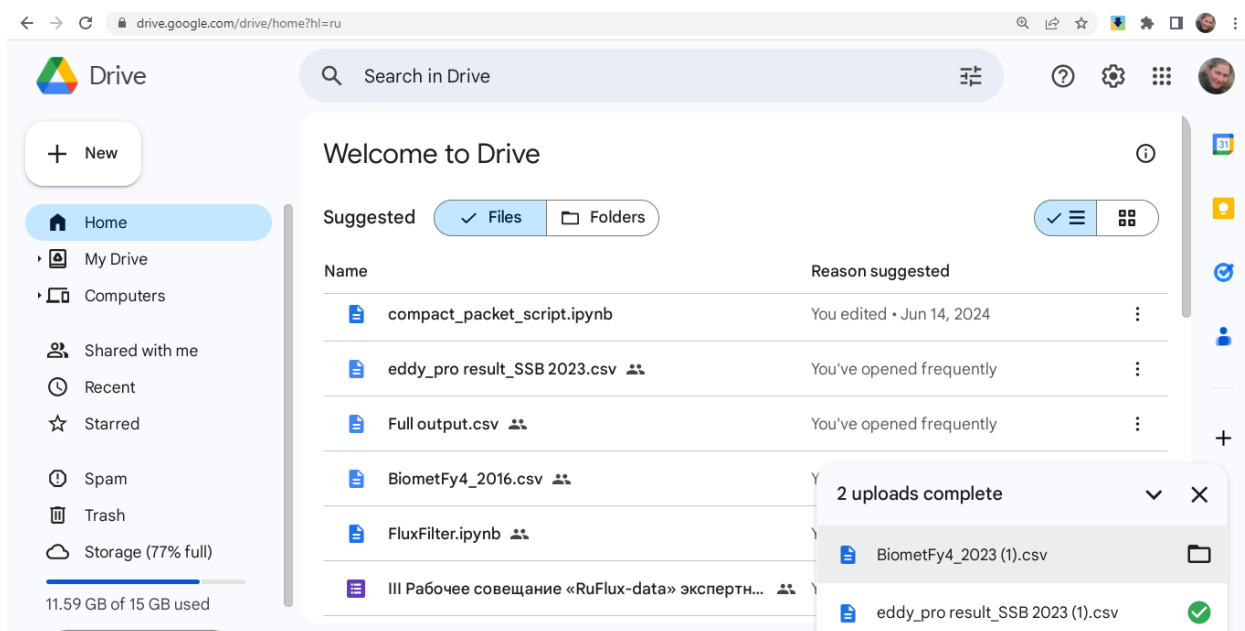


Рисунок П6. Требуется загрузить на Google drive (простейший способ – перетащить файлы из папок с помощью мыши на открытую страницу диска Google) два входных файла:



Рисунок П8. В разделе General access нужно выбрать Anyone with the link. После этого можно скопировать (Copy link) публичную ссылку на файл, которая будет использоваться для загрузки входных файлов в скрипт (раздел «Загружаем данные»)

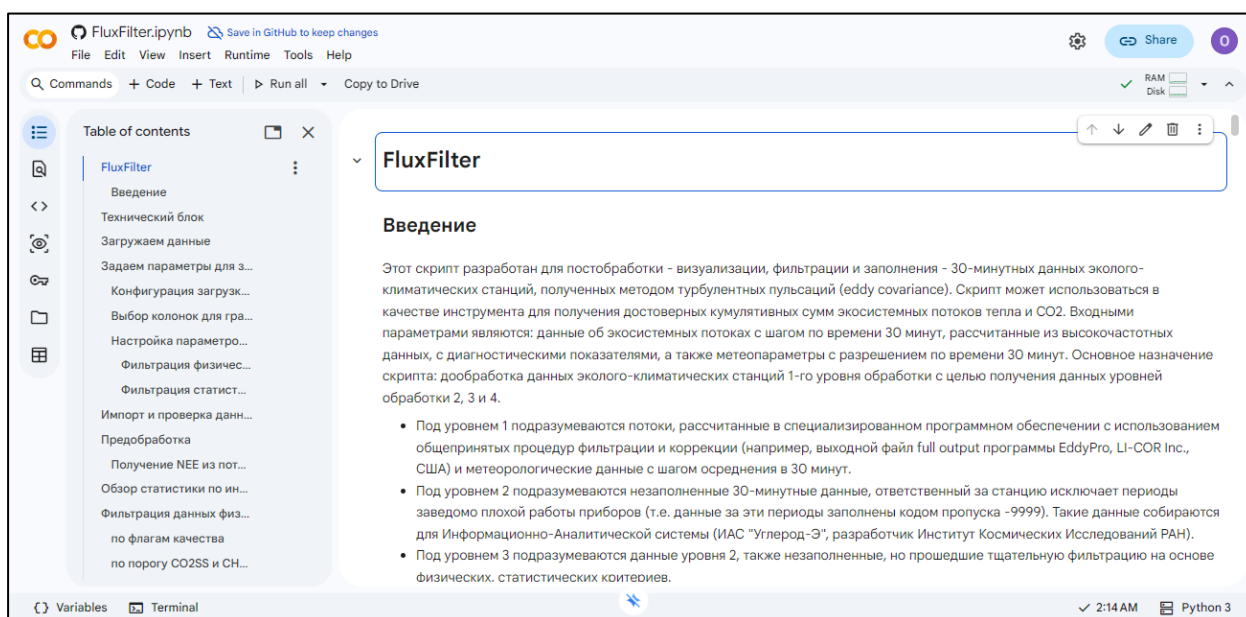


Рисунок П9. Скрипт FluxFilter.ipynb открыт на платформе Google colab. В среде google colab блоки (части) кода написаны на сером фоне, а поясняющий текст к ним – на белом. Комментарий обозначается знаком # (строки, начинающиеся с #, не выполняются при выполнении скрипта).

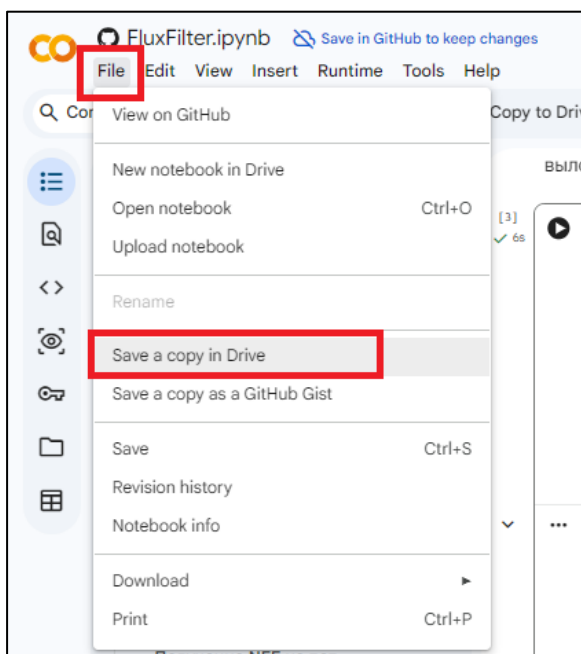


Рисунок П10. Для внесения изменений в текст скрипта требуется сохранить его копию на своем диске.

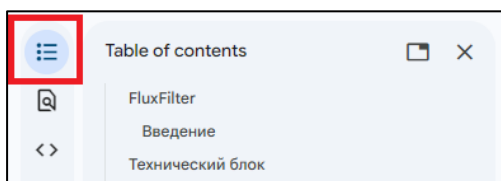
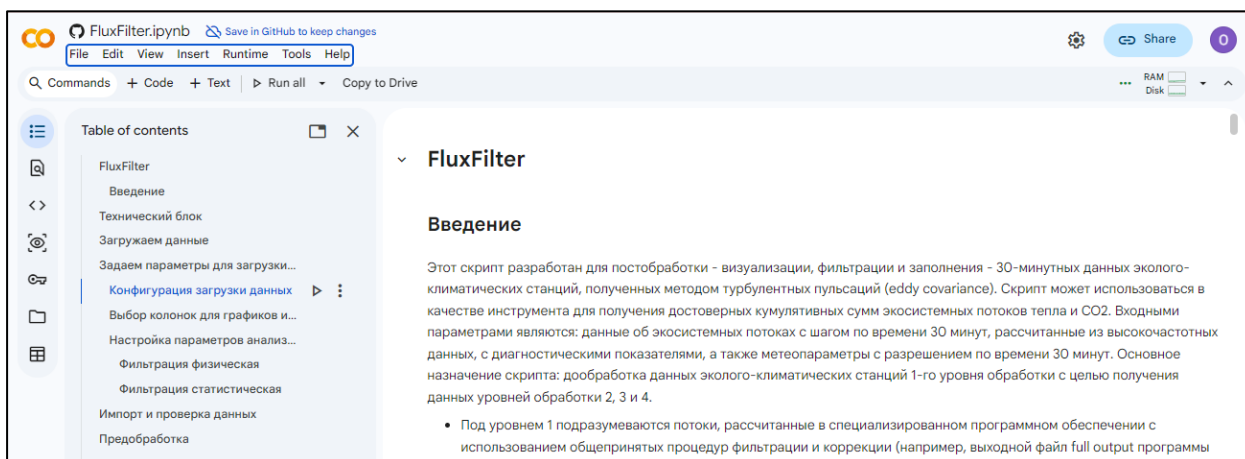


Рисунок П11. В среде Google Colab при нажатии на значок выше лупы слева сверху появляется содержание и видна структура скрипта.

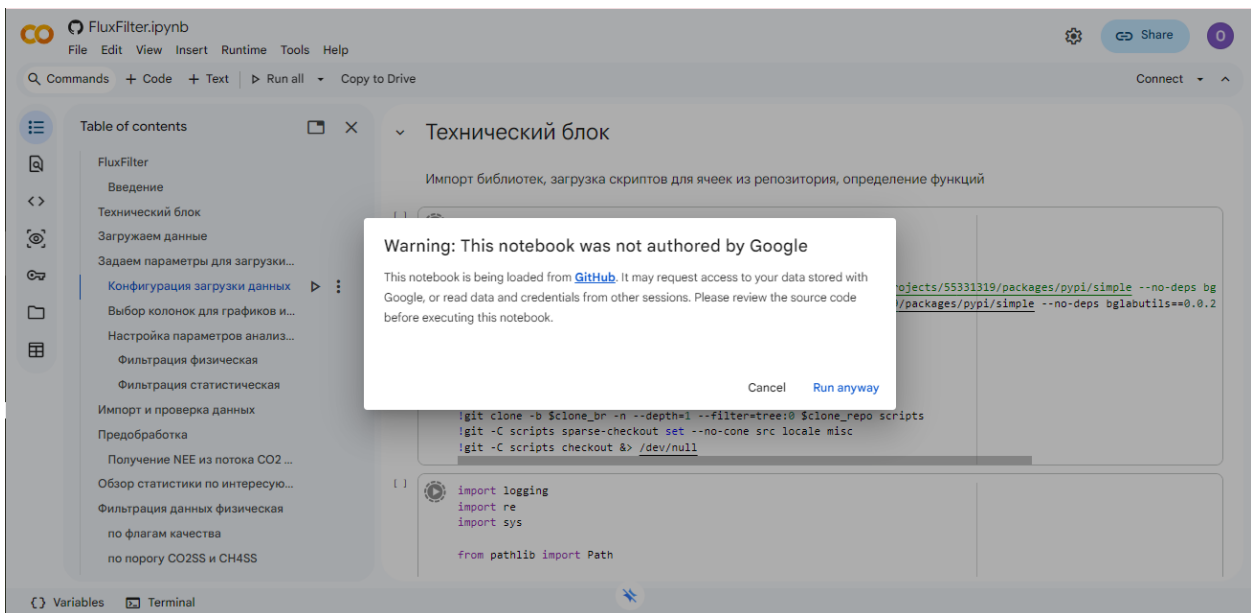
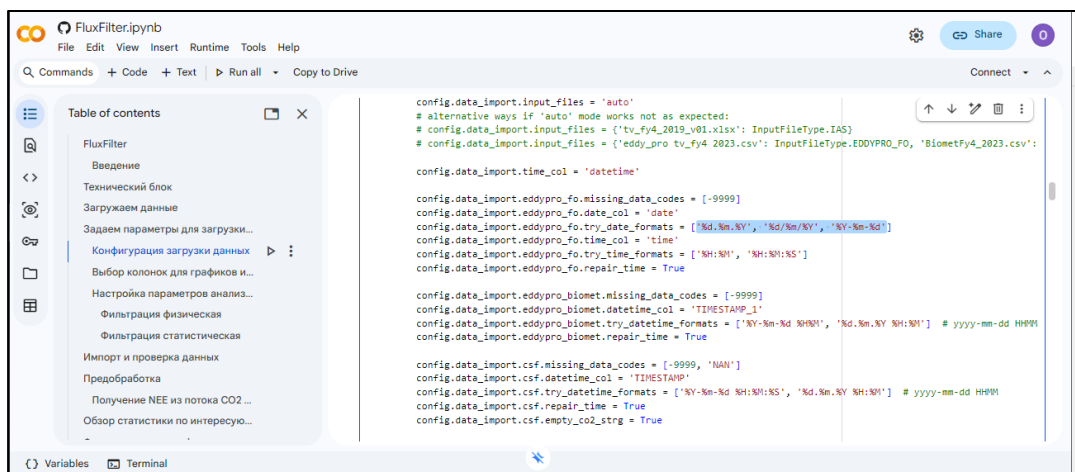


Рисунок П12. При начале работы со скриптом появляется предупреждение, что Google не является автором скрипта, и скрипт будет использовать входные файлы, которые выложены на ваш диск Google. Для работы требуется нажать «Run anyway» или «Выполнить».



### Раздел: Конфигурация загрузки данных

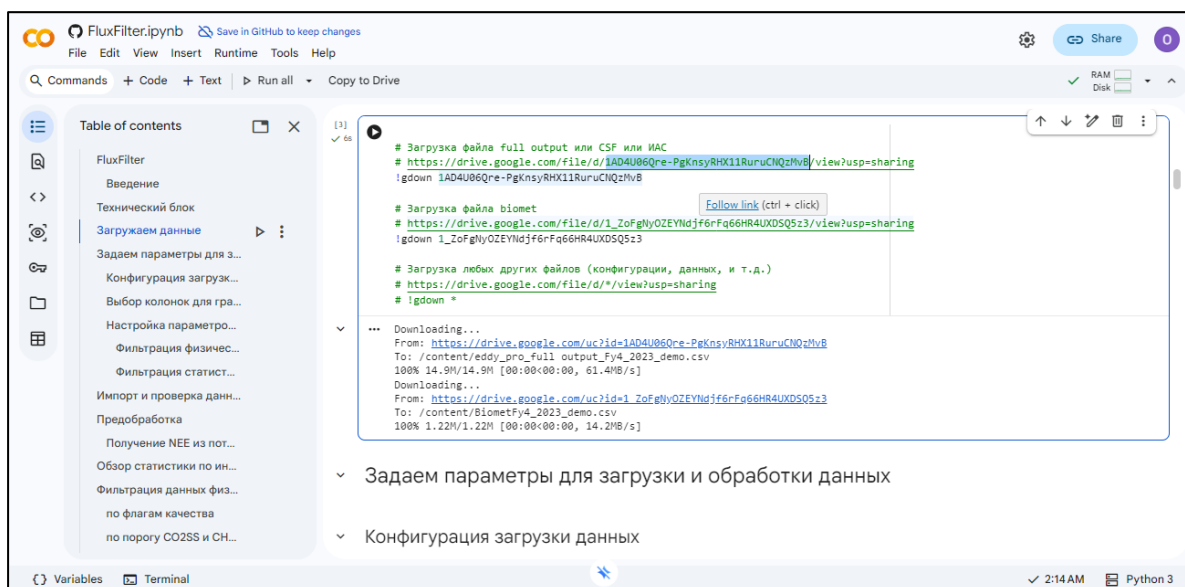
```

config.data_import.eddypro_fo.try_date_formats = ['%d.%m.%Y', '%d/%m/%Y', '%Y-%m-%d']

```

Рисунок П13. Скрипт автоматически распознает большинство форматов написания даты и времени, которые могут отличаться в зависимости от версии Excel. На скрине

приведены возможные форматы даты для файла full output: dd.mm.yyyy, dd/mm/yyyy либо yyyy-mm-dd. Примеры в файлах могут выглядеть как 13.04.2025, 13/04/2025 или 2025-04-13. Внимание: Excel может менять разделители дат и времени в файле при его открытии и показывать иной разделитель, чем содержащийся в файле. Для установления форматов даты требуется открыть файл .csv в текстовом редакторе (блокнот, Notepad).



# Загрузка файла full output или CSF или ИАС

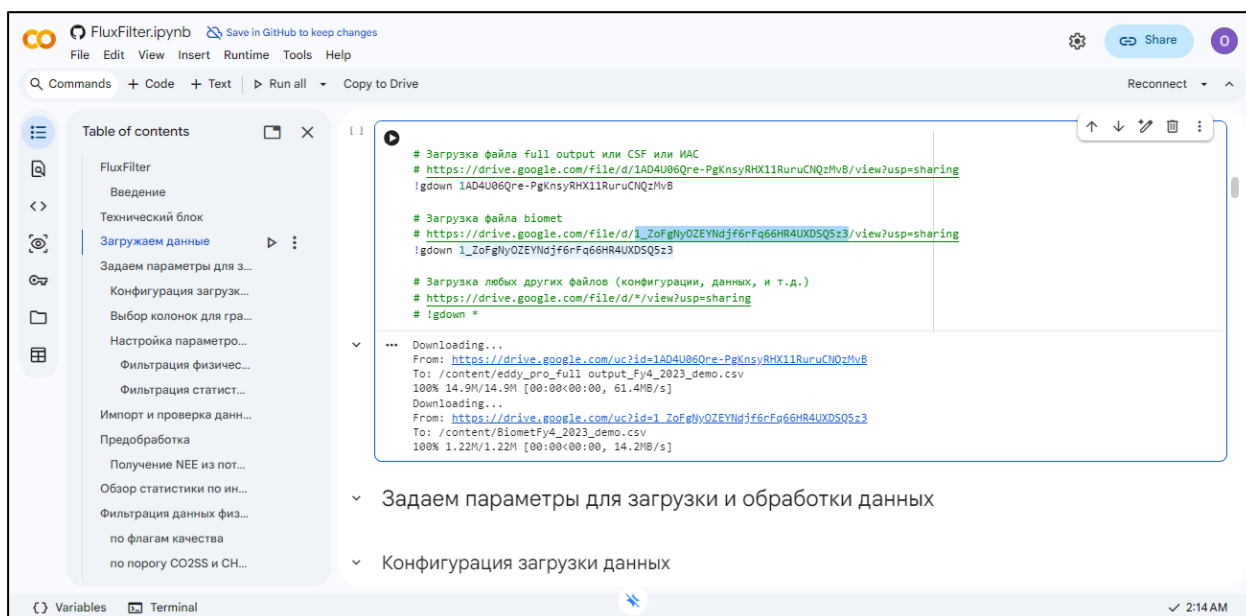
# <https://drive.google.com/file/d/1AD4U06Qre-PgKnsyRHX11RuruCNQzMvB/view?usp=sharing>

!gdown [1AD4U06Qre-PgKnsyRHX11RuruCNQzMvB](https://drive.google.com/file/d/1AD4U06Qre-PgKnsyRHX11RuruCNQzMvB)

Рисунок П14. Загрузка входного файла full output через команду !gdown. Для удобства ссылка на обрабатываемый файл записана в строке комментария (после символа #) на строку выше команды !gdown. Выделена часть публичной ссылки (после символа d/ и до следующего символа /) на входной файл full output, которую надо переписать после !gdown после пробела. Например, если ссылка записана как

[https://drive.google.com/file/d/1fGhmvra0evNzM0xkM2nu5T-N\\_rSPoXUB/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1fGhmvra0evNzM0xkM2nu5T-N_rSPoXUB/view?usp=sharing), то команда будет записана как

`!gdown 1fGhmvra0evNzM0xkM2nu5T-N_rSPoXUB`



`# Загрузка файла biomet`

`# https://drive.google.com/file/d/1\_ZoFgNyOZEYNdjf6rFq66HR4UXDSQ5z3/view?usp=sharing`

`!gdown 1_ZoFgNyOZEYNdjf6rFq66HR4UXDSQ5z3`

Рисунок П15. Аналогично части ссылки на файл full output копируется часть публичной ссылки (после символа d/ и до следующего символа /) на входной файл biomet

В первом блоке кода раздела «Фильтрация физическая» нужно установить индекс, который будет приписываться ко всем выходным файлам и названиям рисунков.

Исходные строки:

```
# Индекс станции для названий выходных файлов, рисунков
```

```
config.metadata.site_name = 'auto'
```

```
config.data_export.ias.out_fname_ver_suffix = 'auto'
```

Пример замены для станции в Тверской области (tv) с индексом Fy4 (Федоровское – четвертая станция):

```
# Индекс станции для названий выходных файлов, рисунков
```

```
config.metadata.site_name = 'tv_fy4'
```

```
config.data_export.ias.out_fname_ver_suffix = 'v01'
```

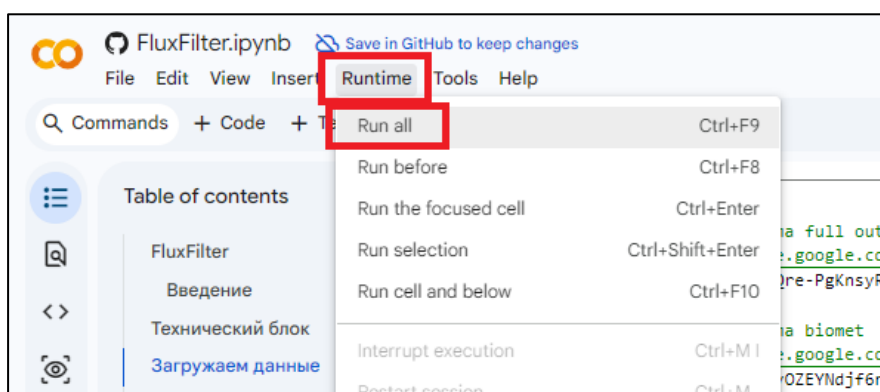
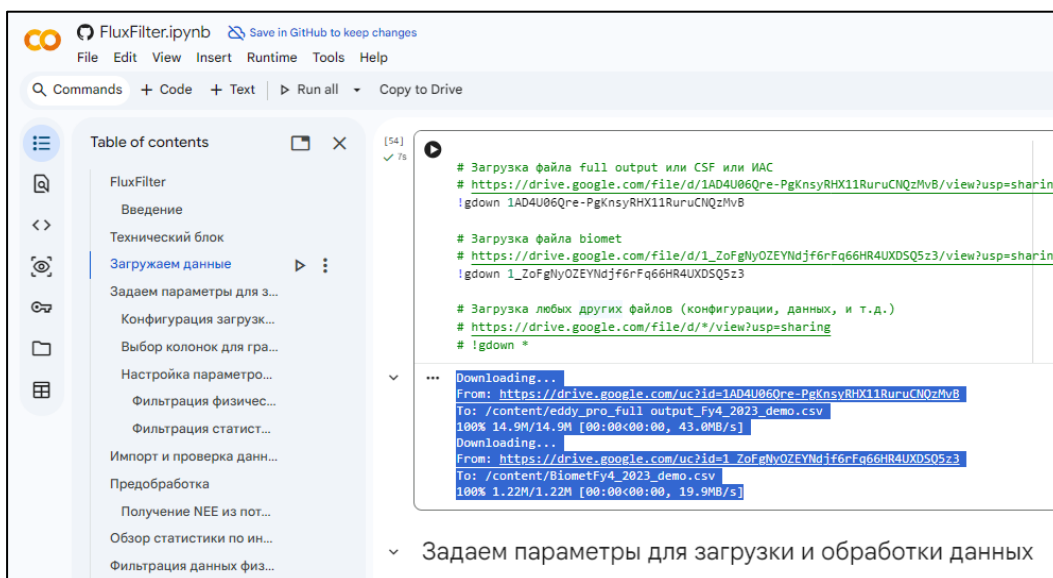


Рисунок П16. Запуск скрипта осуществляется командой «Runtime – Run all» или в русскоязычном интерфейсе «Среда выполнения – Выполнить все».



Downloading...

From: <https://drive.google.com/uc?id=1AD4U06Qre-PgKnsyRHX11RuruCNQzMvB>

To: /content/eddy\_pro\_full\_output\_Fy4\_2023\_demo.csv

100% 14.9M/14.9M [00:00<00:00, 43.0MB/s]

Downloading...

From: [https://drive.google.com/uc?id=1\\_ZoFgNyOZEYNdjf6rFq66HR4UXDSQ5z3](https://drive.google.com/uc?id=1_ZoFgNyOZEYNdjf6rFq66HR4UXDSQ5z3)

To: /content/BiometFy4\_2023\_demo.csv

100% 1.22M/1.22M [00:00<00:00, 19.9MB/s]

Рисунок П17. При успешной загрузке входных файлов после блока с командой !gdown появляется надпись в логе, аналогичная выделенной

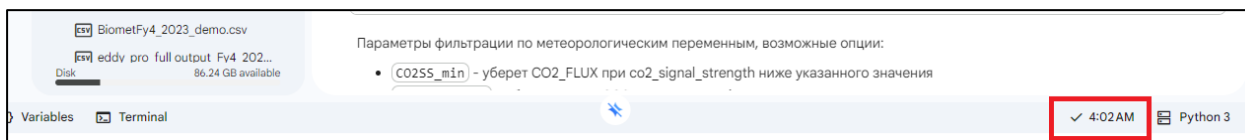
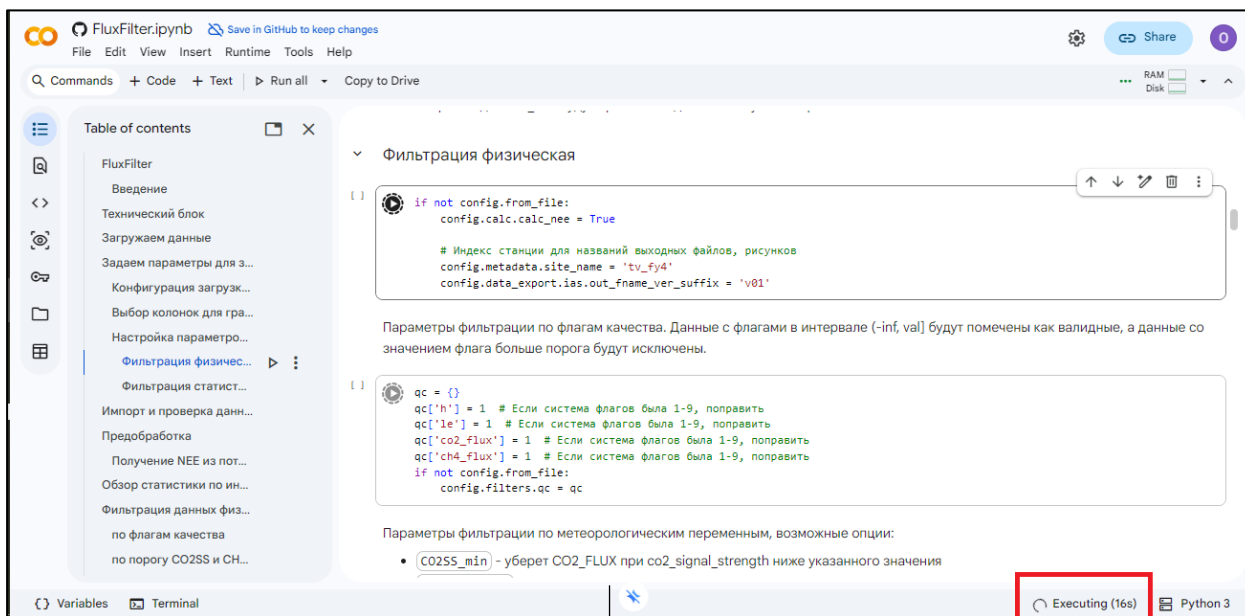


Рисунок П18. Об окончании выполнения скрипта свидетельствует смена справа снизу надписи "Executing" с вращающимся значком на галочку и время завершения работы скрипта.

Все выходные файлы FluxFilter, в том числе файл в формате продукта RuFlux (ИАС) уровня 2, можно после этого скачать двумя способами: кнопкой «Download outputs», появляющейся в результате завершения работы в самом последнем разделе внизу (Рисунок П19), либо в разделе google colab «Файлы» слева, директория output, файл с названием (Рисунок П20).

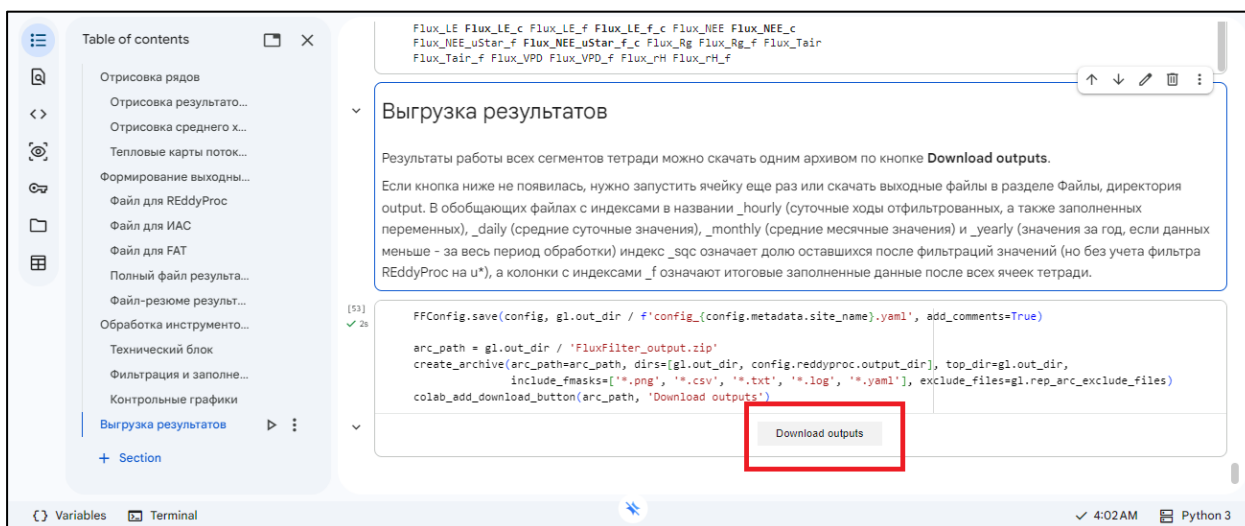


Рисунок П19. Кнопка «Download outputs» в последнем разделе скрипта «Выгрузка результатов».

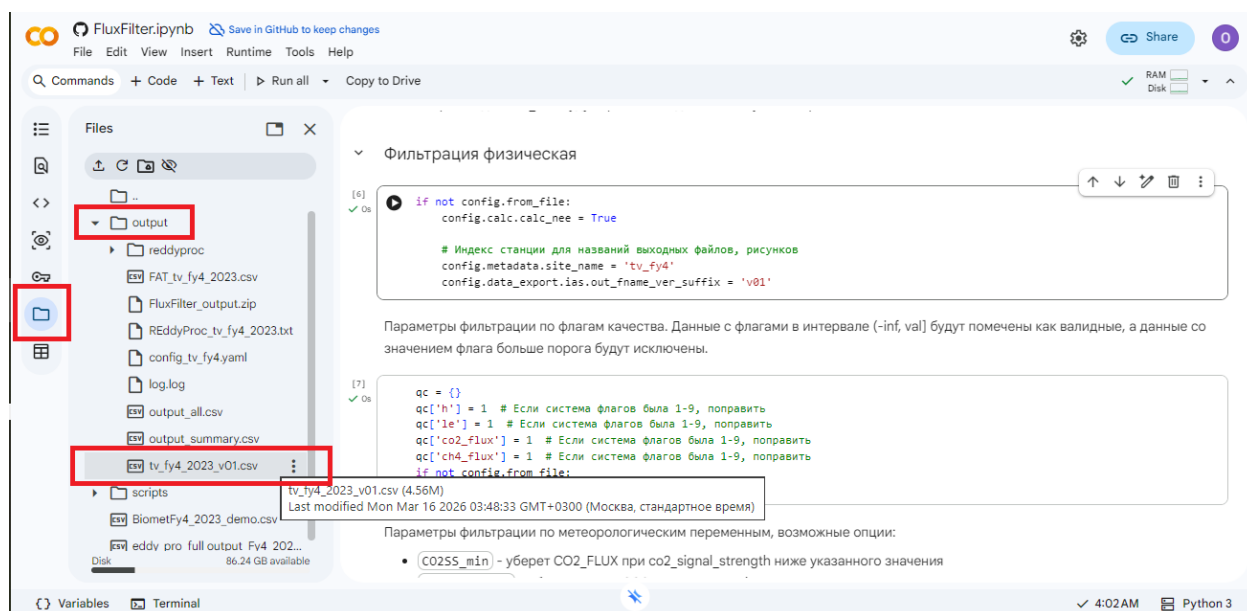


Рисунок П20. Раздел "Файлы" google colab открывается двойным щелчком на значок директории в левом вертикальном меню. Выходные файлы FluxFilter находятся в папке output, файл формата ИАС в данном случае называется tv\_fy4\_2023\_v01.csv