Геометрическая информационная система: веб-интерфейс. Руководство пользователя

Обновлено: 27 ноября 2026 г.

Содержание

1. О геометрической базе данных
2. Основные понятия
3. Начало работы
   - 3.1 Разметка страницы
   - 3.2 Верхняя панель
   - 3.3 Меню
   - 3.4 Вход и выход из веб-интерфейса
   - 3.5 Скачивание всей базы данных
   - 3.6 Руководство на сайте
4. Просмотр геометрии
   - 4.1 Просмотр геометрий установки
   - 4.2 Просмотр модулей установки
   - 4.3 Просмотр файлов геометрии
   - 4.4 Просмотр файлов с материалами
   - 4.5 Просмотр магнитных полей
5. Редактирование геометрии
   - 5.1 Правка материалов
   - 5.2 Правка магнитных полей
   - 5.3 Правка модулей
   - 5.4 Правка файлов геометрии
   - 5.5 Правка модулей установки
   - 5.6 Правка геометрий установки
6. Типовые сценарии
   - 6.1 Новая версия геометрии детектора
   - 6.2 Перемещение детектора, например после юстировки
   - 6.3 Финальная версия геометрии установки для релиза BmnRoot
7. Настройка прав доступа
8. Использование геометрий из базы данных в BmnRoot
   - 8.1 Локальная копия базы данных
   - 8.2 Выбор геометрии установки по тегу
   - 8.3 Локальная настройка без изменения базы данных
9. Помощь

1. О геометрической базе данных

Геометрическая база данных (Geometry Database) хранит в одном хранилище все версии геометрии детекторов эксперимента. Из неё BmnRoot загружает геометрию установки для проведения моделирования и реконструкции. База данных является главным компонентом геометрической информационной системы, где центральная база данных работает на PostgreSQL, а в каждую сборку BmnRoot скачивается её полная локальная копия в виде файла базы данных SQLite для уменьшения сетевого обмена и уменьшения ошибок работы системы из-за сетевых сбоев.

С геометрической базой данных возможна работа двумя способами:

- **Веб-интерфейс** по адресу https://bmn-geometry.jinr.int. В нём можно просматривать и скачивать геометрии, загружать новые версии файлов геометрии, материалов и магнитных полей, собирать из модулей геометрию установки и одобрять её. Это руководство подробно описывает веб-интерфейс.
- **Программный интерфейс (API)**: библиотека геометрий на C++ (`GeoDb`) и макросы ROOT в BmnRoot (`database/geo_db`). Они позволяют выбрать геометрию установки и загружают её для проведения моделирования, реконструкции и физического анализа.

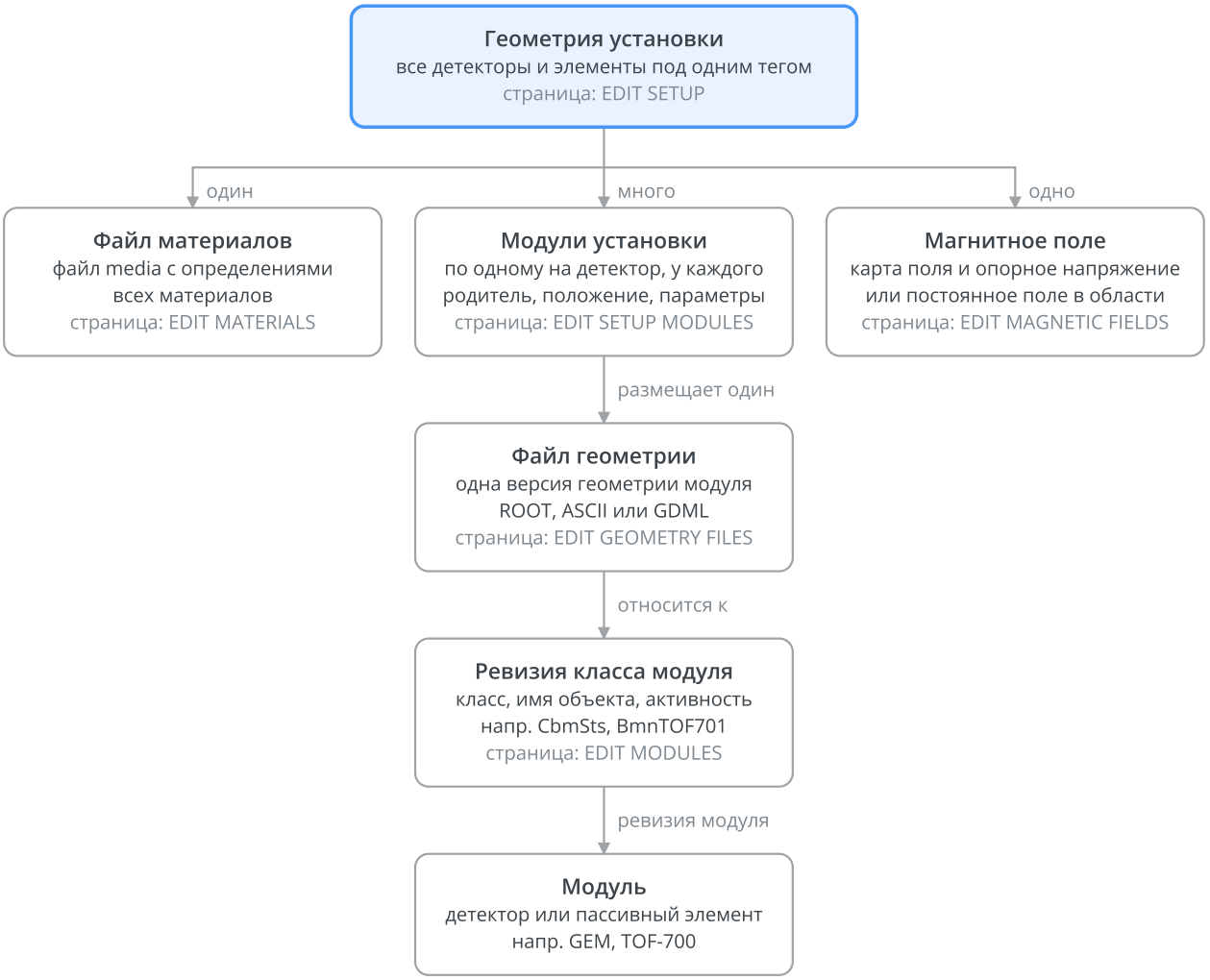
Функциональность системы зависит от категории пользователя:

Категория пользователя	Нужен вход?	Что доступно
Обычный пользователь	Нет	Просмотр геометрий установки, составляющих модулей, файлов геометрии, материалов и магнитных полей; их скачивание, как и полной локальной копии геометрической базы данных
Разработчик (эксперт по детектору)	Да	Всё перечисленное, а также загрузка и правка версий геометрии тех детекторов, на которые у разработчика есть права, добавление файлов материалов, создание геометрий установки и их изменение до одобрения (меню **EDIT GEOMETRY**)
Ведущий разработчик	Да	Всё перечисленное, а также регистрация новых модулей, добавление магнитных полей, одобрение и удаление геометрий установки, выдача прав другим пользователям (кнопка **CONFIGURE USER ACCESS**)

2. Основные понятия

Геометрия установки (setup) — полная геометрия всех детекторов и пассивных элементов под одним уникальным тегом. Она собирается из модулей установки (setup modules), к которым добавляются один файл материалов и одно магнитное поле. Каждый модуль установки соответствует размещению одной версии геометрии одного детектора на определённое место в мировом объёме (`Cave`).

Геометрия установки собирается из размещённых версий геометрии детекторов



Схему читают сверху вниз: геометрия установки берёт один файл материалов, одно магнитное поле и много модулей установки, которые размещают детекторы в заданных положениях, каждый со своим файлом параметров, если он нужен. Каждый модуль установки размещает один файл геометрии, который относится к одной ревизии класса модуля (модуль — общее название детектора или пассивного элемента, например мишени).

Объект	Что это	Пример	Страница просмотра	Страница правки
Модуль (module)	Детектор или пассивный элемент установки вместе с реализующим его классом BmnRoot	`GEM` (класс `CbmSts`), `TOF-700`	(показан на других страницах)	EDIT MODULES
Файл геометрии (geometry file)	Одна версия геометрии модуля в формате ROOT (`.root`), ASCII (`.geo`) или GDML	`CSC_Run9_detailed.root`	VIEW GEOMETRY FILES	EDIT GEOMETRY FILES
Модуль установки (setup module)	Файл геометрии, размещённый в установке: его тег, родительский модуль, преобразование (сдвиг и поворот) и, если нужно, XML-файл параметров детектора	`FD_run9.root`, родитель `Cave`	VIEW SETUP MODULES	EDIT SETUP MODULES
Файл материалов (materials file)	Файл media с определением всех материалов	`media_24.12`	VIEW MATERIALS	EDIT MATERIALS
Магнитное поле (magnetic field)	Карта поля с опорным напряжением, при котором она измерена, или постоянное поле в заданной области	(карта поля магнита)	VIEW MAGNETIC FIELDS	EDIT MAGNETIC FIELDS
Геометрия установки (setup)	Список модулей установки, а также один файл материалов и одно магнитное поле; у геометрии установки есть и ROOT-файл с полной геометрией установки	`run9_26.10.0`	VIEW SETUPS	EDIT SETUP

У каждого объекта есть **тег** (tag), **дата** создания, **автор** и **описание**. Тег — это имя, по которому объект находят в базе данных и в BmnRoot.

Теги геометрий установки

Теги геометрий установки начинаются с номера сеанса (Run) и строятся по одному из двух шаблонов:

- `run<N>_<YY.MM.P>` — **производственная** (production) геометрия установки, где `YY.MM.P` — тег релиза BmnRoot, а P — номер патча, начиная с 0. Пример: `run9_26.09.0`.
- `run<N>_dev_<YY.MM.DD>` — геометрия установки **для разработки** (development), где `YY.MM.DD` — дата её создания. Пример: `run9_dev_26.05.19`.

Статус геометрии установки

Геометрия установки находится в одном из двух состояний:

- **Created** — только что собрана и пока не рекомендована использованию (предназначена для предварительных тестирований).
- **Approved** — одобрена ответственными за геометрию. Одобренные геометрии установки рекомендованы для обработки данных, и только их BmnRoot выбирает, когда запрашивается

«последняя геометрия установки для сеанса N».

Размещение модуля

Родитель (parent) модуля установки — модуль, внутри которого он находится, обычно `Cave` для детекторов и пассивных систем. **Матрица преобразования** задаёт сдвиг и поворот модуля в системе координат родителя. Она позволяет переместить детектор, не меняя его файл геометрии. Устаревшие записи можно **архивировать**: тогда страницы просмотра скрывают их, пока вы явно не включите их показ.

3. Начало работы

Откройте https://bmn-geometry.jinr.int в браузере. Для просмотра и скачивания учётная запись не нужна; чтобы добавлять или изменять элементы геометрии, нужно войти в систему.

3.1 Разметка страницы

На каждой странице есть три одинаковые области, отмеченные на рисунке 1 буквами A, B и C:

- **A — верхняя панель.** В ней название базы данных, кнопка скачивания базы данных, элементы управления учётной записью и кнопка HELP.
- **B — меню.** В меню слева есть пункт HOME, группа **VIEW GEOMETRY**, после входа — группа **EDIT GEOMETRY**, а в самом низу — пункт HELP. Группы могут быть свёрнуты: чтобы раскрыть группу, щёлкните по её названию или стрелке.
- **C — рабочая область.** В ней показана выбранная страница: общая информация на HOME, таблица или форма на остальных страницах.

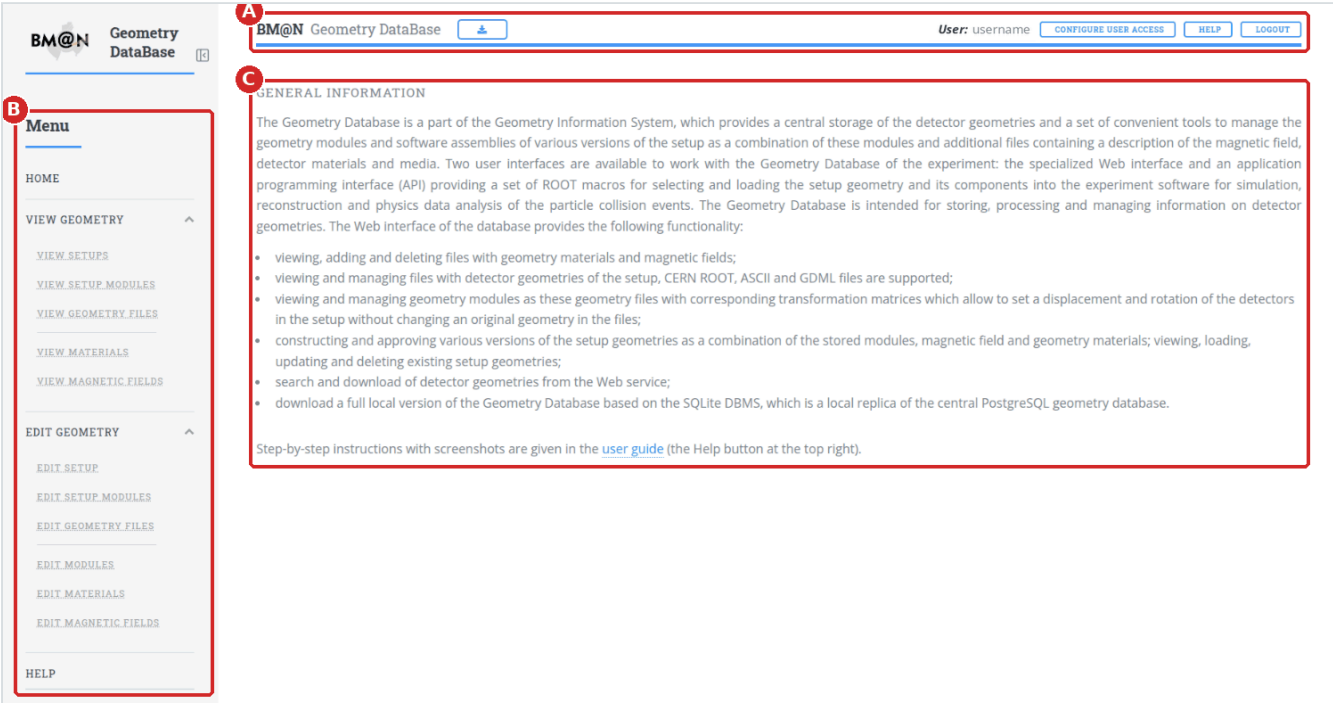


Рисунок 1. Главная страница для авторизованного пользователя

3.2 Верхняя панель

Элементы верхней панели пронумерованы на рисунке 2.

№	Элемент	Назначение
1	**BM@N Geometry DataBase**	С любой страницы возвращает на главную
2	Кнопка скачивания (значок стрелки, подсказка «Download Local Geometry Database»)	Скачивает всю базу данных одним архивом `localdb.tar` (см. 3.5)
3	**User:** *имя*	Показывает, кто вошёл в систему. Если никто не вошёл, здесь показана кнопка **LOGIN** (рисунок 4)

№	Элемент	Назначение
4	**CONFIGURE USER ACCESS**	Открывает управление правами пользователей. Видна только ведущим разработчикам (раздел 7)
5	**HELP**	Открывает руководство пользователя в новой вкладке (подсказка «User Guide»), чтобы не потерять незаполненную форму. Видна всем, независимо от входа
6	**LOGOUT**	Выход из системы

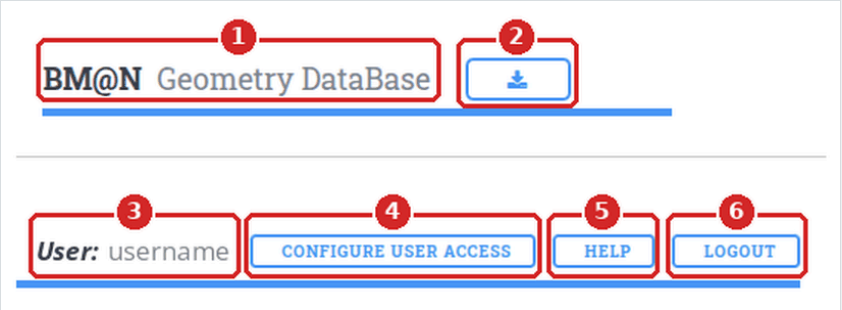


Рисунок 2. Элементы верхней панели

3.3 Меню

Пункты меню пронумерованы на рисунке 3. Пункты 7–12 видны только после входа. Разработчики детекторов видят пункты 7–11: магнитные поля добавляют только ведущие разработчики.

№	Пункт меню	Страница	Раздел
1	HOME	Общая информация о базе данных	—
2	VIEW SETUPS	Таблица геометрий установки	4.1
3	VIEW SETUP MODULES	Таблица модулей установки	4.2
4	VIEW GEOMETRY FILES	Таблица файлов геометрии	4.3
5	VIEW MATERIALS	Таблица файлов материалов	4.4
6	VIEW MAGNETIC FIELDS	Таблица магнитных полей	4.5
7	EDIT SETUP	Создание, изменение и одобрение геометрий установки	5.6
8	EDIT SETUP MODULES	Размещение файлов геометрии в мировом объёме в виде модулей установки	5.5
9	EDIT GEOMETRY FILES	Загрузка новых версий геометрии модулей	5.4
10	EDIT MODULES	Регистрация модулей и их классов BmnRoot	5.3
11	EDIT MATERIALS	Загрузка файлов материалов	5.1
12	EDIT MAGNETIC FIELDS	Добавление магнитных полей: карт поля или постоянных полей	5.2
13	Кнопка сворачивания	Скрывает меню, чтобы освободить место для таблиц; повторный щелчок возвращает меню	—

№	Пункт меню	Страница	Раздел
14	HELP	Открывает руководство пользователя в той же вкладке. Виден всем, независимо от входа	—

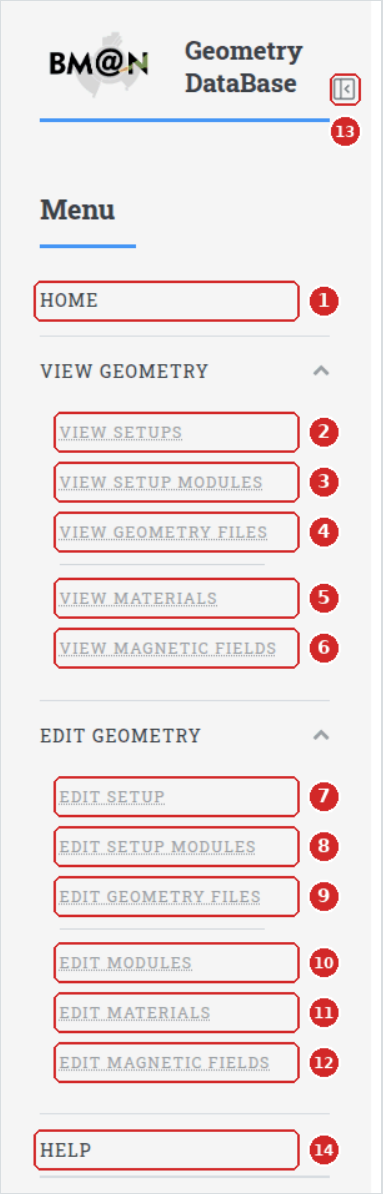


Рисунок 3. Меню авторизованного пользователя

3.4 Вход и выход из веб-интерфейса

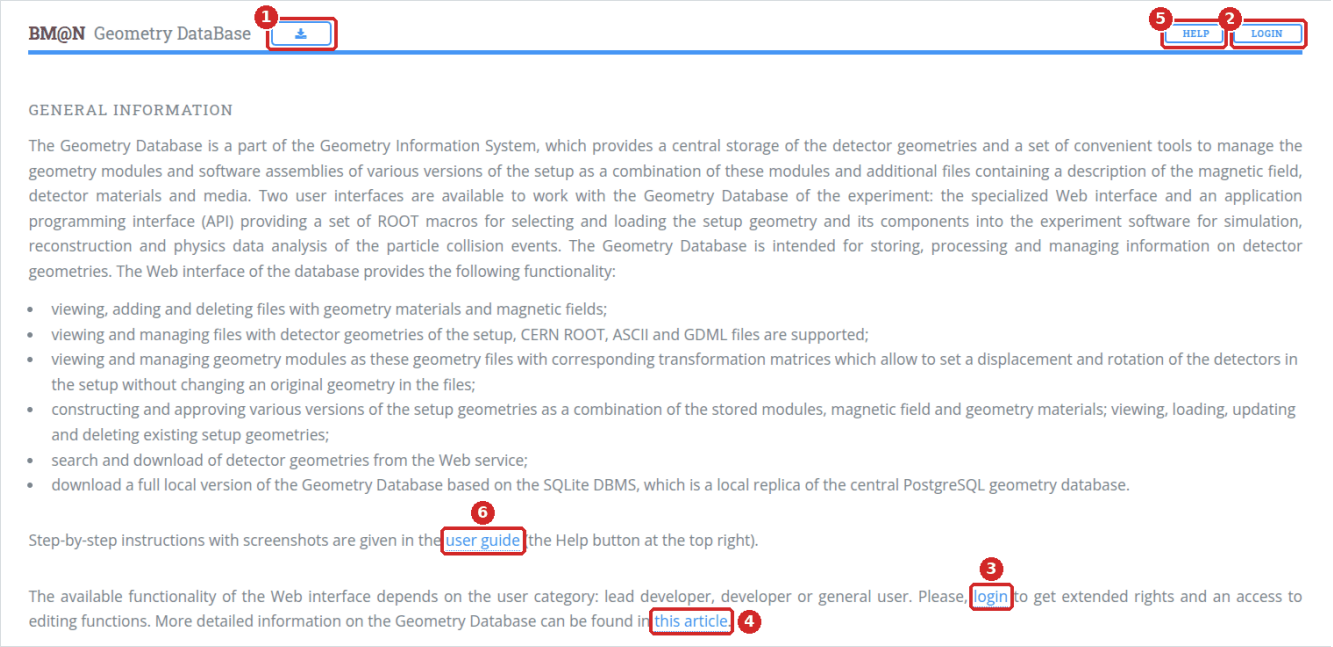


Рисунок 4. Главная страница до входа: (1) скачивание всей базы данных, (2) LOGIN, (3) ссылка login в тексте, (4) статья о базе данных, (5) HELP, (6) ссылка на руководство пользователя

1. Нажмите **LOGIN** справа на верхней панели (2 на рисунке 4) или ссылку **login** в тексте главной страницы (3).
2. Откроется страница **JINR Single Sign-On** (рисунок 5). В блоке **Sign in with a JINR account** введите **User name** (1) и **Password** (2) вашей учётной записи ОИЯИ и нажмите **Sign In** (3).
3. Вы вернётесь в геометрическую базу данных. Проверьте, что на верхней панели появилось **User:** с вашим логином, а в меню — группа **EDIT GEOMETRY**.
4. Закончив работу, нажмите **LOGOUT**.

Если вы забыли пароль, воспользуйтесь ссылкой **Recovery password** (4). Если учётной записи JINR SSO ещё нет, перейдите по ссылке **How to get SSO login for user** (5).

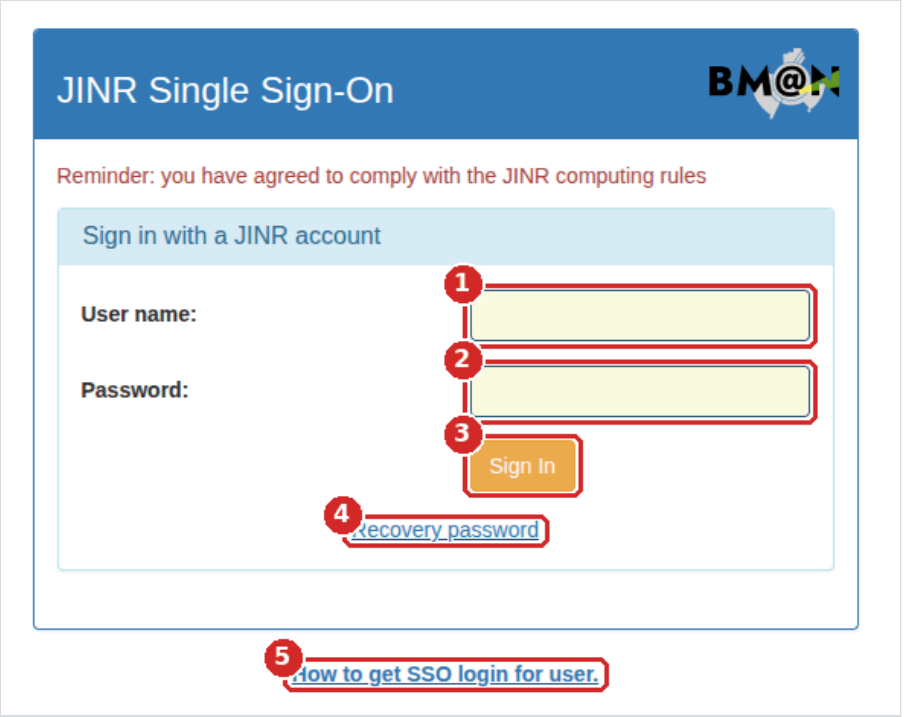


Рисунок 5. Страница JINR Single Sign-On: (1) User name, (2) Password, (3) Sign In, (4) Recovery password, (5) How to get SSO login for user

Получение доступа

Чтобы войти, ваша учётная запись ОИЯИ должна входить в соответствующую группу системы авторизации (Keycloak). Группы, в том числе группу для редактирования в веб-интерфейсе геометрической системы, запрашивают через форму **BM@N Software Access**:

1. Откройте сайт эксперимента bmn.jinr.int.
2. В его меню выберите **Software › Registration › BM@N Software Access**. Откроется форма https://bmn.jinr.int/registration/.
3. Заполните её для своей учётной записи ОИЯИ. По ссылке вверху страницы скачайте бумажную форму (PDF), подпишите её, приложите и нажмите **Request Access**.

Что именно сможет редактировать авторизованный пользователь, зависит от его ролей (раздел 7). Если после одобрения заявки войти не удаётся или нужны права на другой детектор, обратитесь к ведущим разработчикам (раздел 9).

3.5 Скачивание всей базы данных

Кнопка скачивания (элемент 2) выдаёт архив `localdb.tar`. Это полная реплика центральной базы данных: файл SQLite `local.db` и директория `storage` со всеми файлами геометрии, материалов и магнитных полей. Вручную её скачивать приходится редко: BmnRoot сам скачивает и обновляет свою копию (раздел 8). Чтобы использовать архив самостоятельно:

1. Распакуйте его: `tar -xf localdb.tar -C <target_dir>`.
2. Укажите программам путь к нему: `export GEOMPATH=<target_dir>/storage/`. Файл `local.db` должен лежать в родительской директории `storage`.

3.6 Руководство на сайте

Это руководство опубликовано и на самом веб-сервисе, на английском языке. Открыть его можно с любой страницы, без входа в систему:

- Кнопка **HELP** на верхней панели (5 на рисунке 2) открывает его в новой вкладке. Пользуйтесь ею, когда заполняете форму: форма останется открытой в своей вкладке.
- Пункт **HELP** внизу меню (14 на рисунке 3) открывает его в той же вкладке.
- Ссылка **user guide** на главной странице (6 на рисунке 4) тоже открывает его в той же вкладке.

Страница начинается с оглавления: щёлкните по разделу, чтобы перейти к нему. Верхняя панель и меню остаются на месте, поэтому вернуться к работе можно в любой момент.

4. Просмотр геометрии

Пять страниц группы VIEW GEOMETRY открыты всем. На каждой из них одна таблица с одинаковыми элементами управления:

- **Сортировка:** щёлкните по заголовку столбца (маленькие стрелки рядом с названием).
- **Фильтр:** введите текст в поле под заголовком, например `run9` под **Tag**. Таблица сокращается по мере ввода.
- **Show archived:** этот переключатель над таблицей показывает и архивированные записи (см. «Удаление и архивирование» в разделе 5).
- **Страницы:** длинные таблицы разбиты на страницы; кнопки страниц и переключатель **Rows** (по умолчанию 25 строк) находятся под таблицей.
- **Значки:** наведите курсор на значок, чтобы увидеть подсказку, например «Download File». Значок в столбце Transform показывает коэффициенты матрицы преобразования.

4.1 Просмотр геометрий установки

1. В меню выберите **VIEW GEOMETRY › VIEW SETUPS**. Откроется таблица **Geometry Setups**.
2. Пока включён переключатель **Approved only** (1 на рисунке 6), в списке только одобренные геометрии установки. Выключите его, чтобы увидеть и неодобренные со статусом `Created`; их строки подсвечены фиолетовым.
3. Найдите нужную геометрию установки с помощью фильтров (2), например введите `run9_26` под **Tag**.
4. Воспользуйтесь кнопками в его строке:
   - **Download Setup** (4): архив с составными частями геометрии установки в виде небольшой локальной базы данных (`local.db` и её файлы в `storage`).
   - **Download Full Geometry** (5): один ROOT-файл с полной геометрией установки, готовый для `TGeoManager::Import()`.
   - **Visualize Geometry** (6): трёхмерный вид всей установки в отдельном окне (рисунок 9). Перетаскивание мышью вращает модель, колёсико меняет масштаб, кнопка **×** закрывает окно.
5. Щёлкните по тегу геометрии установки (3), чтобы увидеть, из чего она состоит (4.1.1).

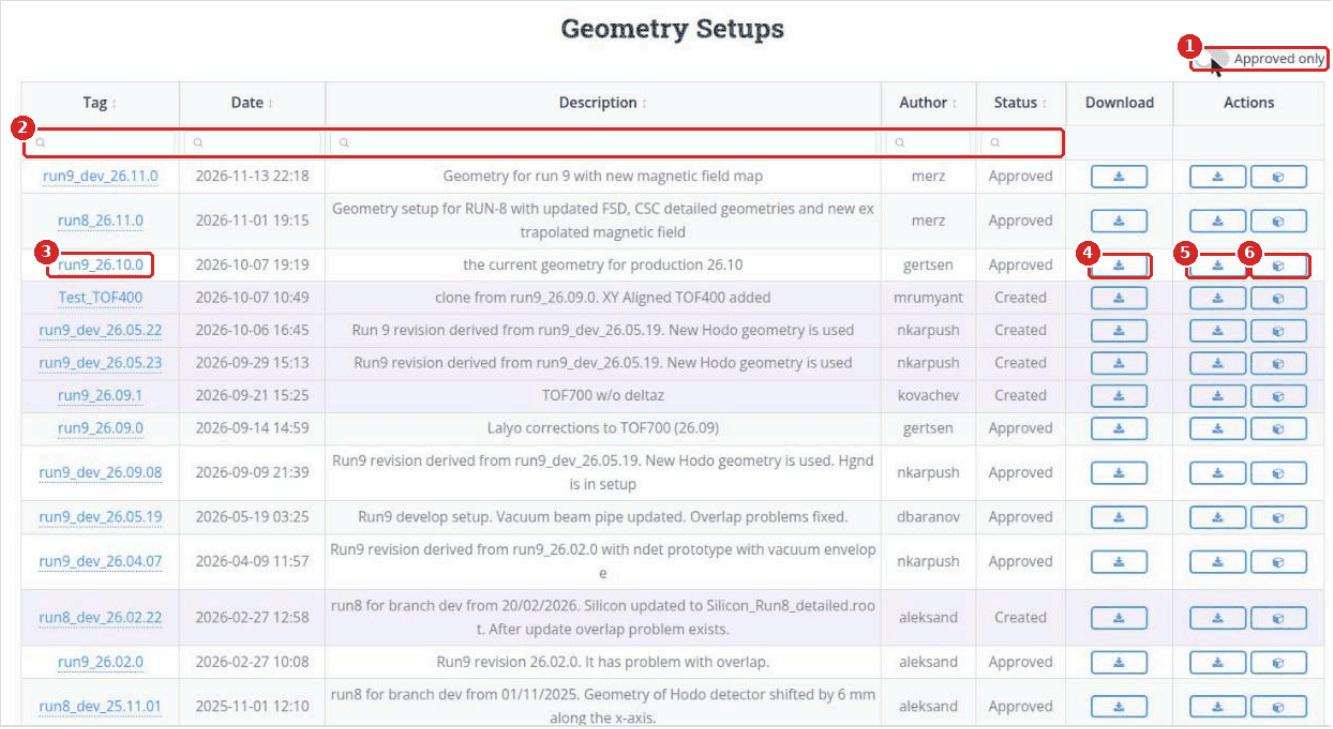


Рисунок 6. VIEW SETUPS: (1) Approved only, (2) фильтры, (3) тег геометрии установки, (4) Download Setup, (5) Download Full Geometry, (6) Visualize Geometry

4.1.1 Состав геометрии установки

Щелчок по тегу добавляет под списком геометрий установки таблицу **<tag> setup contains:** (рисунок 7). В ней по одной строке на каждый модуль установки, затем строка для магнитного поля (**Field**) и строка для файла материалов (**Material**).

- Щёлкните по тегу модуля установки (2), чтобы увидеть его положение: ниже появится панель **<Module> / <tag>** с полями **Transformation** (матрица поворота 3×3), **Scale**, **Translation** (X, Y, Z в см) и **File Tag** (рисунок 8).
- Нажмите **View** (3), чтобы увидеть модуль в 3D.

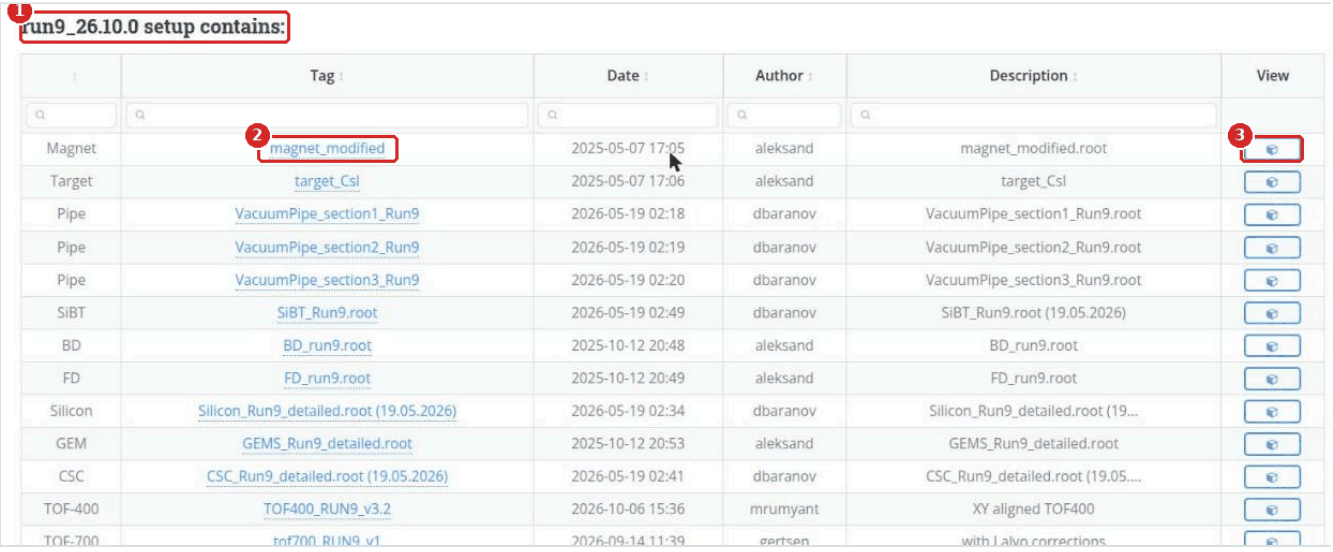


Рисунок 7. Состав геометрии установки `run9_26.10.0`: (1) заголовок, (2) тег модуля установки, (3) 3D-вид модуля

Field	FieldMap_1900_extrap_noPed	2026-10-07 16:43	aleksand	FieldMap_1900_extrap_noPed.roo...
Material	media_24.12	2025-05-06 17:24	aleksand	media_24.12

Magnet / magnet_modified

Transformation			Scale			Translation			File Tag
1.000	0.000	0.000							
0.000	1.000	0.000	1.000;	1.000;	1.000	0.000;	0.000;	124.500	magnet_modified
0.000	0.000	1.000							

Рисунок 8. Положение модуля установки `magnet_modified`: без поворота, сдвиг на 124,5 см вдоль Z

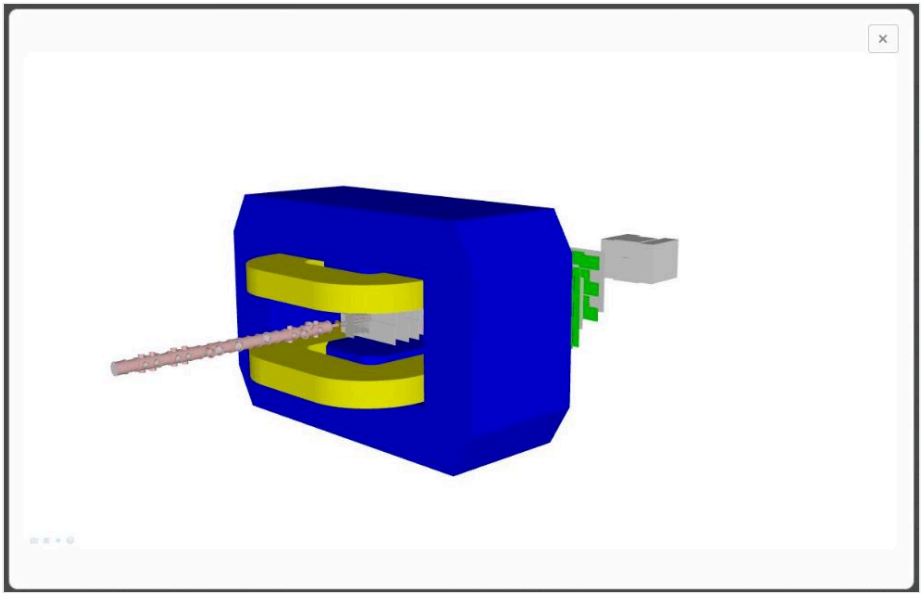


Рисунок 9. Трёхмерный вид, открытый кнопкой Visualize Geometry

4.2 Просмотр модулей установки

1. В меню выберите **VIEW GEOMETRY › VIEW SETUP MODULES**.
2. Таблица **Setup Modules** показывает все размещения всех файлов геометрии, упорядоченные по модулям.
3. Файл параметров детектора скачивается кнопкой в столбце **ParFile** (3 на рисунке 10). Кнопки в столбце **Actions** (4) скачивают модуль установки или показывают его в 3D.

Столбец	Содержимое
Module	Детектор или пассивный элемент
Setup Module	Тег модуля установки; BmnRoot выводит его как «Loading module with tag=...»
Date, Author	Время создания и автор модуля установки
File	Файл геометрии, который размещает этот модуль установки
Transform	Наведите курсор на значок (2), чтобы увидеть коэффициенты матрицы преобразования
Parent	Модуль установки, внутри которого он размещён, обычно `Cave`; для самого мирового объёма — `none`
ParFile	XML-файл параметров детектора, если он есть

Столбец	Содержимое
Description	Произвольное описание модуля установки

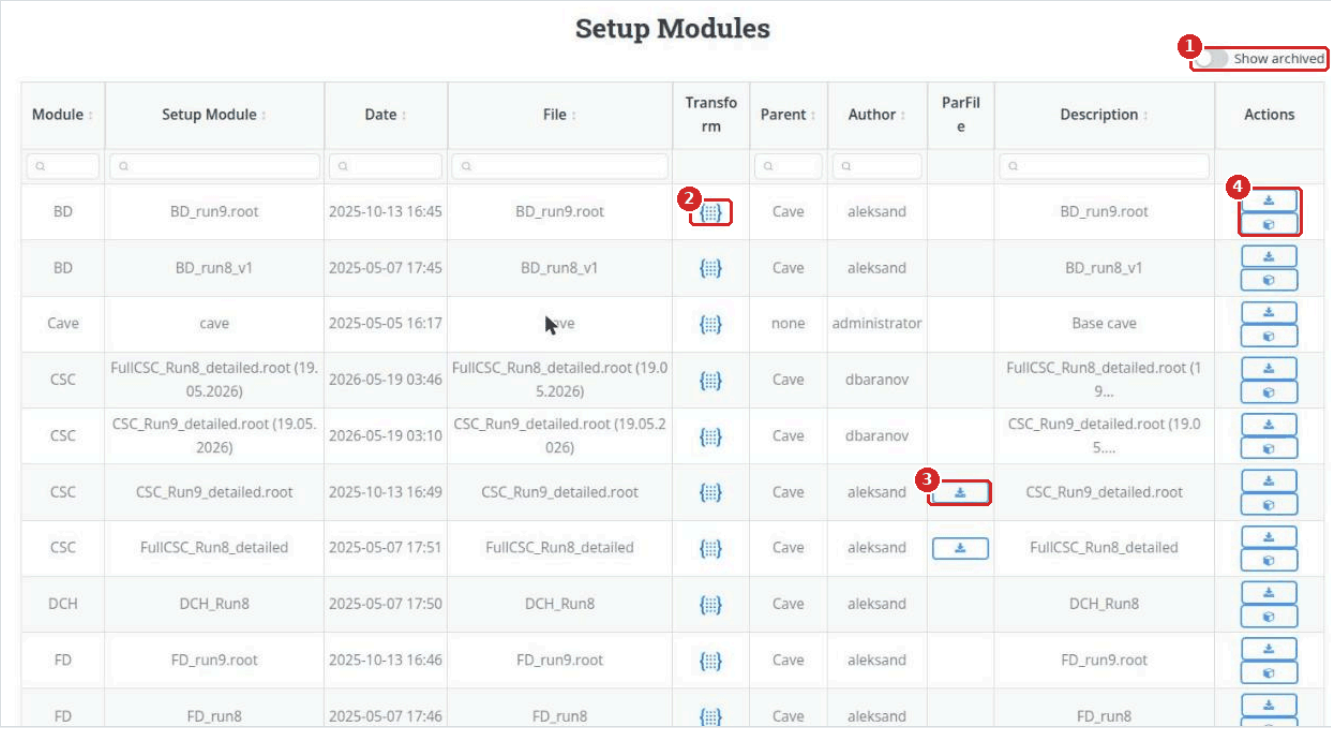


Рисунок 10. VIEW SETUP MODULES: (1) Show archived, (2) Transform, (3) файл параметров, (4) скачивание и 3D-вид

4.3 Просмотр файлов геометрии

1. В меню выберите **VIEW GEOMETRY › VIEW GEOMETRY FILES**.
2. Найдите файл в таблице **Geometry Files**. Столбцы: **Module**, **Revision** и **Class Name** класса модуля, **File Tag**, **Transform**, **Date**, **Author**, **Description**.
3. Нажмите **Download File** (2 на рисунке 11) в его строке.

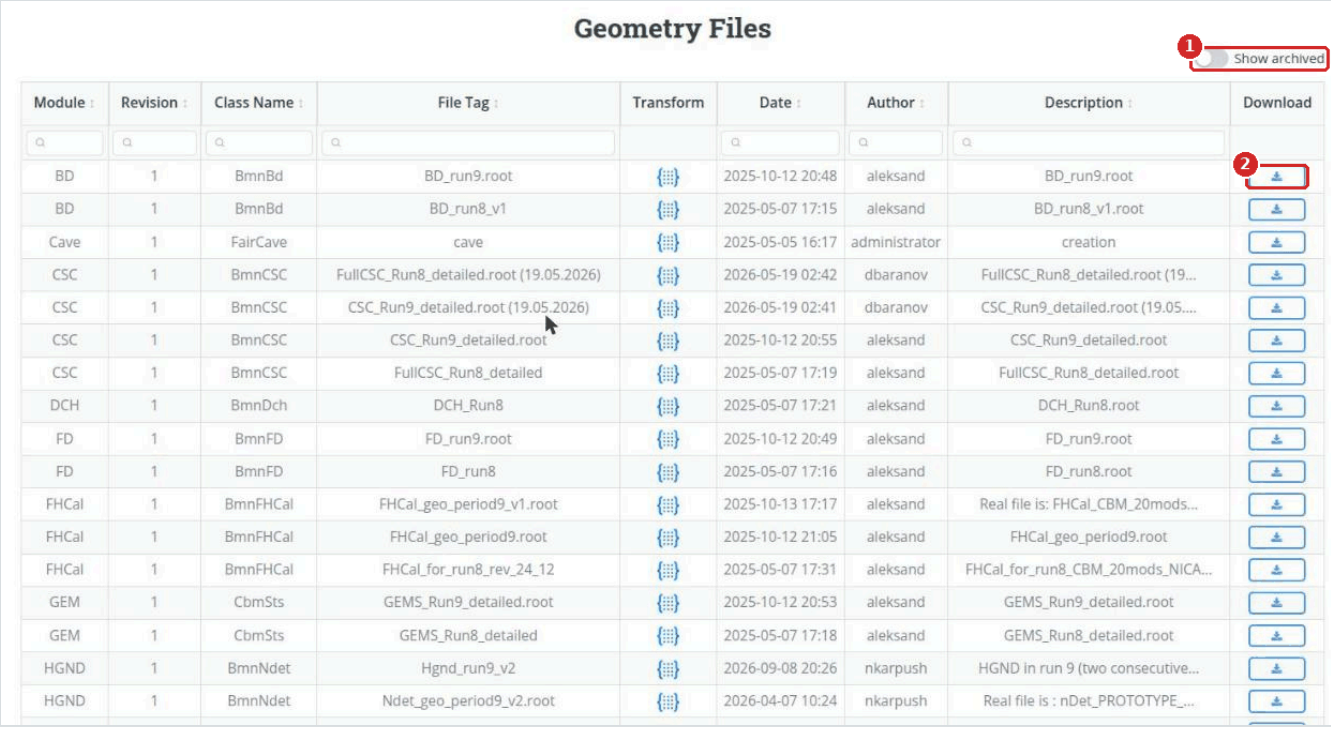


Рисунок 11. VIEW GEOMETRY FILES: (1) Show archived, (2) Download File

4.4 Просмотр файлов с материалами

1. В меню выберите **VIEW GEOMETRY › VIEW MATERIALS**.
2. Таблица **Material Files** показывает файлы media со столбцами **Tag**, **Date**, **Author** и **Description**, например `media_24.12`.
3. Нажмите **Download Material** (2 на рисунке 12) в строке, чтобы скачать файл. Включите **Show archived** (1), чтобы увидеть и старые версии.



Рисунок 12. VIEW MATERIALS: (1) Show archived, (2) Download Material

4.5 Просмотр магнитных полей

1. В меню выберите **VIEW GEOMETRY › VIEW MAGNETIC FIELDS**.
2. Таблица **Magnetic Field Maps** показывает магнитные поля, заданные в виде карты поля, со столбцами **Magnetic Field Tag**, **Date**, **Author**, **Ref Voltage** и **Description**. **Ref Voltage** — напряжение, при котором измерена карта (для текущих карт `112`).
3. Нажмите кнопку скачивания в строке, чтобы получить файл карты магнитного поля.
4. Если в базе данных есть постоянные магнитные поля, под таблицей **Magnetic Field Maps** показана вторая таблица, **Magnetic Const Fields**, со столбцами **Magnetic Field Tag**, **Date**, **Author**, компонентами поля **bx**, **by**, **bz**, границами области **xmin**, **xmax**, **ymin**, **ymax**, **zmin**, **zmax** и **Description**. В показанном примере постоянных магнитных полей нет, поэтому на рисунке 13 показана только таблица карт поля.

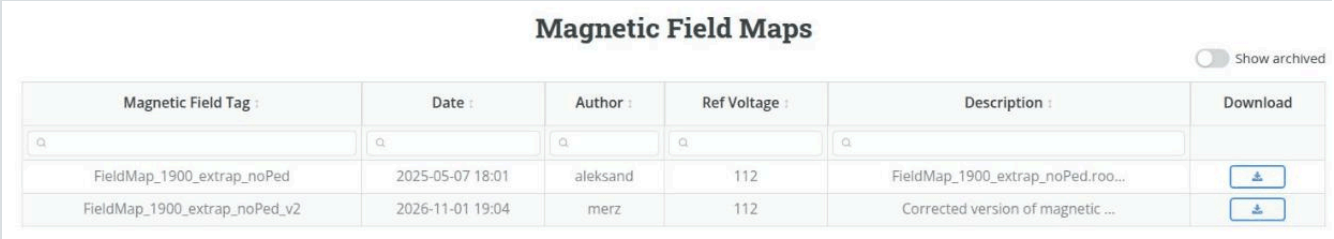


Рисунок 13. VIEW MAGNETIC FIELDS

5. Редактирование геометрии

Страницы группы EDIT GEOMETRY появляются в меню после входа (3.4). Каждая страница — это таблица существующих записей с кнопкой **CREATE NEW ...** над ней; кнопка заменяет таблицу формой. Добавляйте объекты в порядке, приведённом ниже: в каждой форме можно выбрать только то, что уже есть в базе данных.

Шаг	Что добавляется	Страница и кнопка	Что нужно заранее
1	Файл материалов	EDIT MATERIALS › **CREATE NEW MATERIAL** (5.1)	—
2	Магнитное поле	EDIT MAGNETIC FIELDS › **CREATE NEW FIELD MAP** или **CREATE NEW CONST FIELD** (5.2)	—
3	Модуль или его новая ревизия	EDIT MODULES › **CREATE NEW MODULE** или **+** (5.3)	Класс в BmnRoot
4	Файл геометрии	EDIT GEOMETRY FILES › **CREATE NEW FILE** (5.4)	Модуль
5	Модуль установки	EDIT SETUP MODULES › **CREATE NEW SETUP MODULE** (5.5)	Файл геометрии
6	Геометрия установки, затем её одобрение	EDIT SETUP › **CREATE NEW SETUP** или **Make a copy** (5.6)	Модули установки, поле, материалы

Правила для всех страниц:

- **Обязательные поля** отмечены красной `*`. Каждая форма заканчивается кнопкой **ADD ...** (или **SAVE ...**), которая сохраняет данные, и кнопкой **CANCEL**, которая закрывает форму без сохранения.
- **Теги.** Используйте только латинские буквы, цифры, `.`, `_` и `-`, как подсказывает поле Setup Tag. BmnRoot не скачивает геометрию установки, в теге которой есть другие символы.
- **Описания можно править прямо в таблице.** На каждой странице написано: «You can edit the Description field. A new value is saved when the focus is lost.» Щёлкните по описанию, введите текст и щёлкните в другом месте: текст сразу сохранится. Не щёлкайте по описаниям, которые не собираетесь менять.
- **Проверка перед загрузкой.** Откройте геометрию в ROOT и проверьте перекрытия, например `gGeoManager->CheckOverlaps(0.001); gGeoManager->PrintOverlaps();`.

Удаление и архивирование

Красный значок **×** в конце строки открывает диалог, который сначала показывает, где используется запись:

- **Archive** скрывает модуль, файл, модуль установки, материал или поле из списков для новых геометрий установки. Геометрии установки, которые уже его используют, продолжают работать. Чтобы снова увидеть запись, включите **Show archived**; чтобы вернуть её, нажмите **Restore** в том же диалоге.
- **Delete** удаляет запись и её файл безвозвратно. Кнопка неактивна, пока запись используется хотя бы в одной геометрии установки.
- Базовый мировой объём (Cave) — служебная запись: её нельзя удалить или архивировать.
- **Cancel** закрывает диалог без изменений.

Предпочитайте **Archive**, а не **Delete**: так старые геометрии установки и обработанные с ними данные остаются воспроизводимыми.

5.1 Правка материалов

1. В меню выберите **EDIT GEOMETRY › EDIT MATERIALS**. Откроется таблица **Material Files** (рисунок 14).
2. Нажмите **CREATE NEW MATERIAL** (3 на рисунке 14).
3. Заполните форму (рисунок 15):
   - **Material Tag** (1): название этой версии файла media, например `media_26.11`.
   - **Description** (2): что добавлено или изменено.
   - **Choose file** (3): файл media с вашего компьютера.
4. Нажмите **ADD MATERIAL** (4) и проверьте запись в **VIEW MATERIALS**.



Рисунок 14. EDIT MATERIALS: (1) редактируемые описания, (2) Show archived, (3) CREATE NEW MATERIAL, (4) удаление или архивирование

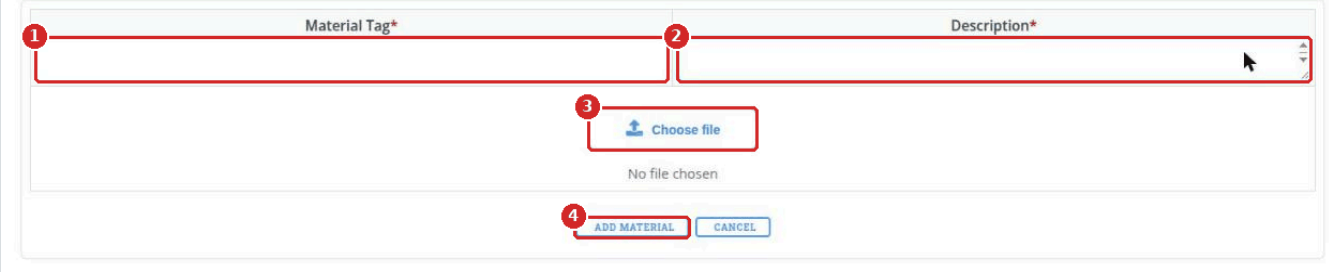


Рисунок 15. Форма CREATE NEW MATERIAL

5.2 Правка магнитных полей

Эта страница есть только у ведущих разработчиков: магнитные поля добавляют только они. На странице две таблицы: **Magnetic Field Maps** (поля, заданные файлом карты) и **Magnetic Const Fields** (однородное постоянное поле в прямоугольной области).

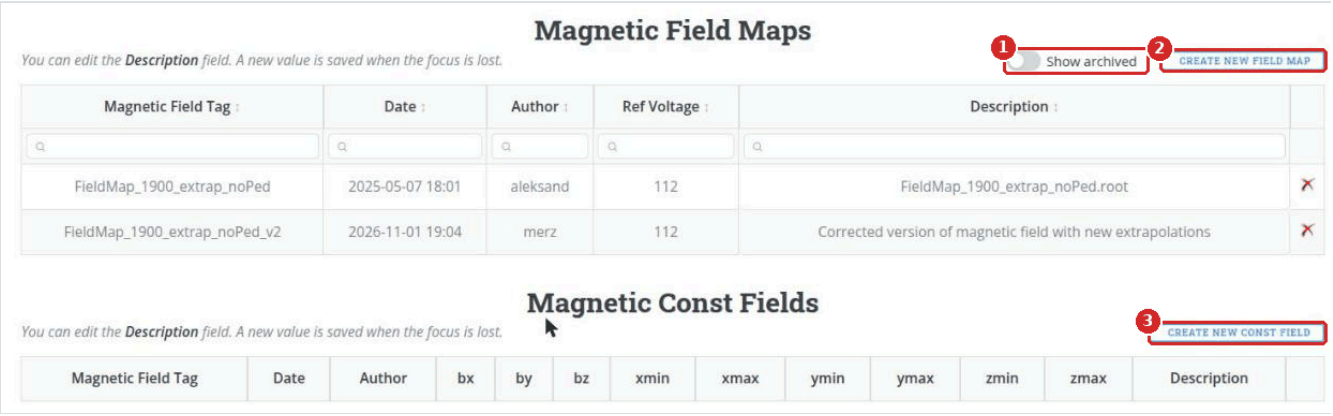


Рисунок 16. EDIT MAGNETIC FIELDS: (1) Show archived, (2) CREATE NEW FIELD MAP, (3) CREATE NEW CONST FIELD

Чтобы добавить карту поля:

1. В меню выберите **EDIT GEOMETRY › EDIT MAGNETIC FIELDS** и нажмите **CREATE NEW FIELD MAP**.
2. Заполните форму (рисунок 17):
   - **Magnetic Field Tag** (1), например `FieldMap_1900_extrap_noPed_v2`.
   - **Description** (2): магнит, измерение или использованная экстраполяция.
   - **Choose file** (3): ROOT-файл с картой.
   - **Reference Voltage** (4): напряжение, при котором измерена карта, например `112`. BmnRoot масштабирует карту отношением напряжения поля в ране к этому значению, поэтому ошибка здесь даст неверное поле во всех ранах.
3. Нажмите **ADD FIELD MAP** (5).

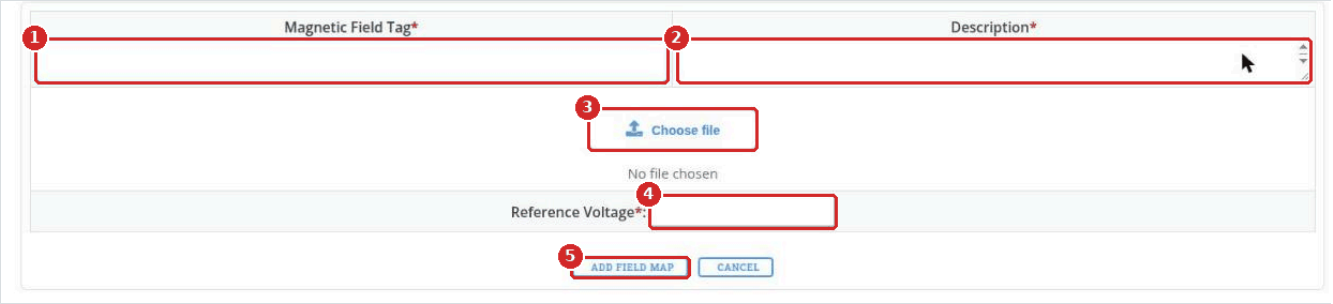


Рисунок 17. Форма CREATE NEW FIELD MAP

Чтобы добавить постоянное поле, нажмите **CREATE NEW CONST FIELD** и заполните тег, описание, область поля **Region of Field (Global Coordinates)** — **Xmin**, **Xmax**, **Ymin**, **Ymax**, **Zmin**, **Zmax** (1 на рисунке 18) — и значения поля **Field Values [kG]** — **Bx**, **By**, **Bz** (2). Затем нажмите **ADD CONST FIELD** (3).

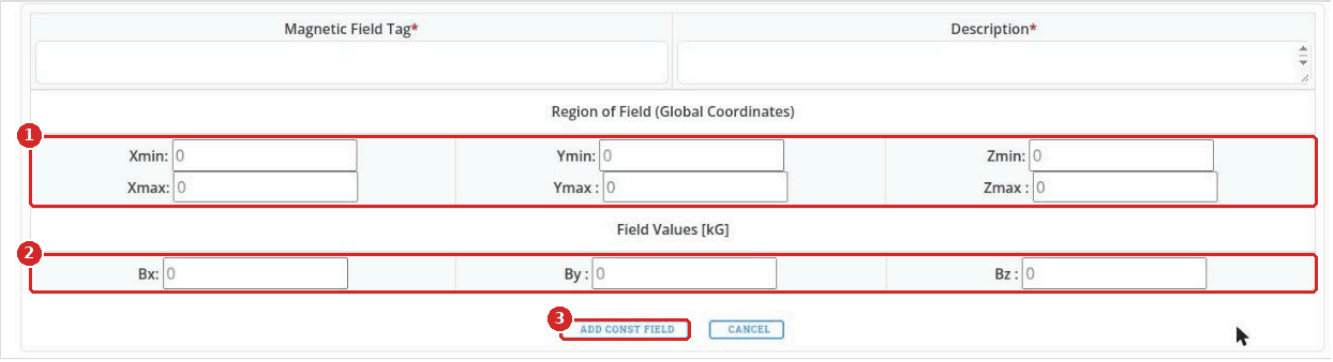


Рисунок 18. Форма CREATE NEW CONST FIELD

5.3 Правка модулей

Страница **Geometry Modules** показывает все модули с их ревизиями: **Module Name**, **Revision**, **Object Name**, **Class Name**, **Sensitivity**, **Author**, **Date**, кнопку **+** (**Add Revision**) и **×**.

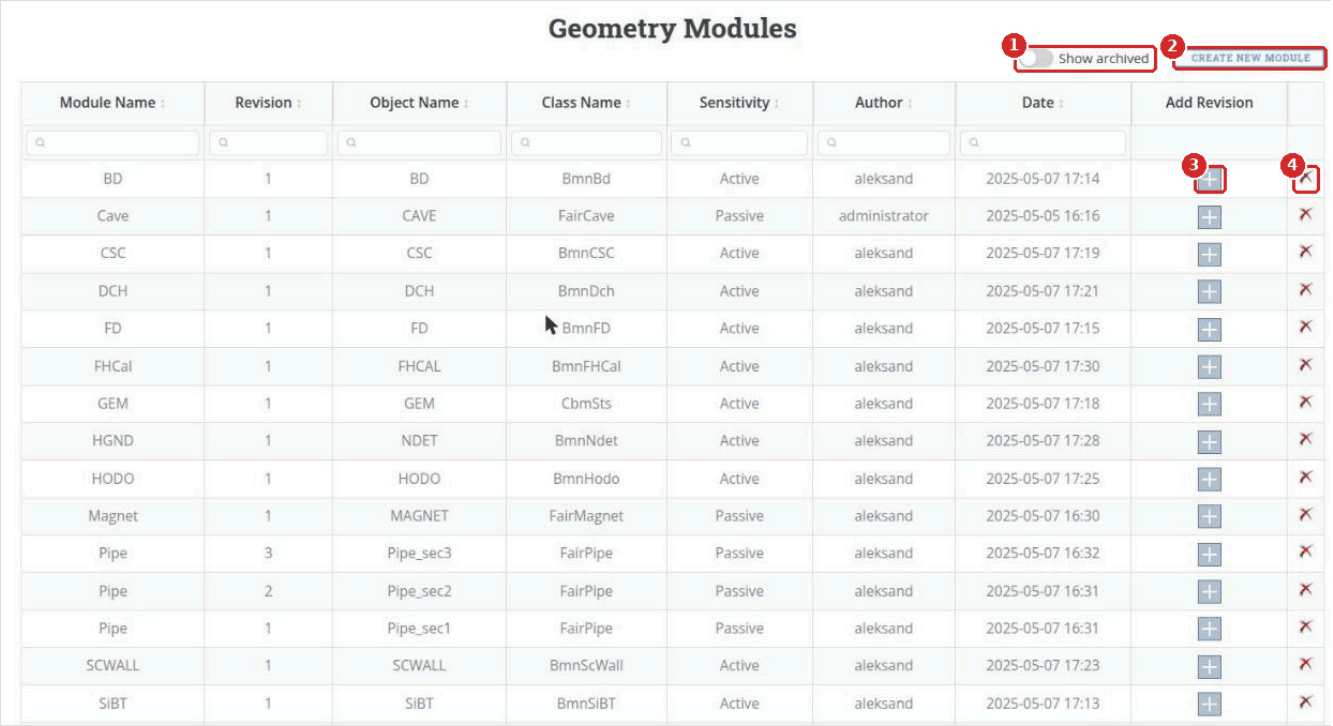


Рисунок 19. EDIT MODULES: (1) Show archived, (2) CREATE NEW MODULE, (3) Add Revision, (4) удаление или архивирование

Кнопку **CREATE NEW MODULE** видят только ведущие разработчики. Добавляйте **новый модуль** только для детектора, которого ещё нет в базе данных:

1. В меню выберите **EDIT GEOMETRY › EDIT MODULES** и нажмите **CREATE NEW MODULE**.
2. Заполните форму (рисунок 20):
   - **Module Name** (1): название детектора или пассивного элемента, например `GEM`.
   - **Object Name** (2): имя, передаваемое конструктору класса, например `GEM`, `NDET`, `MAGNET`. FairRoot использует его для ветвей и контейнеров параметров. По соглашению оно пишется заглавными буквами; используйте только буквы, цифры, `_`, `.` и `-`.
   - **Sensitivity** (3): `Active` для детектора, чувствительные объёмы которого записывают MC-точки, `Passive` для мирового объёма, магнита, мишени и пучковой трубы.
   - **Revision Number** (4): `1` для нового модуля.
   - **Class Name** (5): класс BmnRoot, производный от `FairModule`, например `BmnCSC`, `CbmSts` (GEM), `FairMagnet`.
3. Нажмите **ADD MODULE** (6).

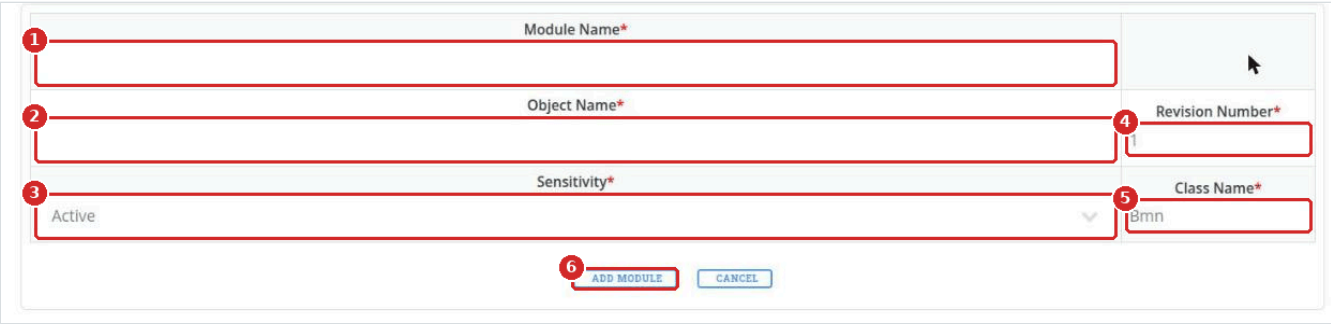


Рисунок 20. Форма CREATE NEW MODULE

Новую ревизию существующего модуля добавляют кнопкой **+** в его строке (для этого нужны права на этот модуль), когда меняется его класс, имя объекта или чувствительность либо когда в геометрии установки нужен ещё один экземпляр модуля. Пример: у `Pipe` есть ревизии 1, 2 и 3 с именами объектов `Pipe_sec1`, `Pipe_sec2` и `Pipe_sec3`, по одной на каждую секцию пучковой трубы. Для нового файла геометрии того же детектора новая ревизия не нужна.

Чтобы добавить ревизию:

1. На странице **EDIT MODULES** нажмите **+** в столбце **Add Revision** строки модуля (3 на рисунке 19). Вместо таблицы откроется форма (рисунок 21).
2. Поле **Module Type** (1) показывает модуль и не редактируется.
3. Проверьте **Object Name** (2), **Revision Number** (3) и **Class Name** (4). Форма показывает текущие имя объекта и имя класса и следующий свободный номер ревизии; измените то, что отличается в новой ревизии.
4. Нажмите **ADD REVISION** (5) или **CANCEL** (6), чтобы выйти без сохранения.

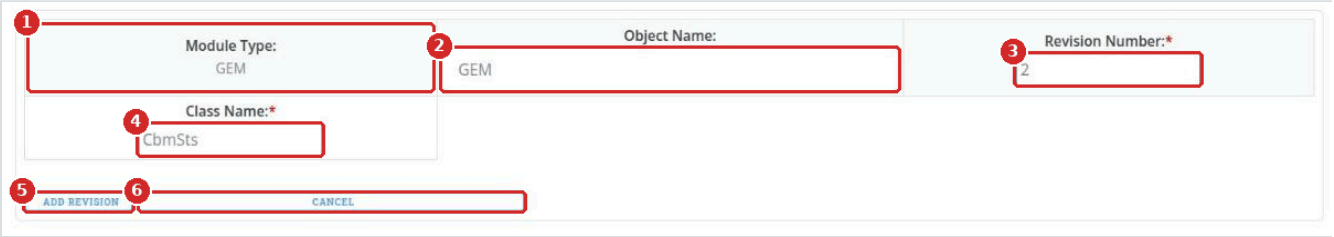


Рисунок 21. Форма Add Revision для модуля `GEM`: (1) Module Type, (2) Object Name, (3) Revision Number, (4) Class Name, (5) ADD REVISION, (6) CANCEL

Класс должен существовать в той версии BmnRoot, которая загружает геометрию; иначе геометрия установки не загрузится с ошибкой «no ... class inherited from FairModule is found».

5.4 Правка файлов геометрии

Файл геометрии — одна версия геометрии одного модуля в формате ROOT (`.root`), ASCII (`.geo`) или GDML. Перед загрузкой:

- Подготовьте файл, например макросом модуля из `macro/geometry` в BmnRoot. ROOT-файл должен содержать модуль как первый узел внутри верхнего объёма вместе с матрицей его положения.
- Сохраните имена чувствительных объёмов, на которые опираются классы детекторов и диджитайзеры.
- Используйте по возможности ROOT-файлы: у геометрии ASCII (`.geo`) нет матрицы положения, и её нельзя сдвинуть.

Затем:

1. В меню выберите **EDIT GEOMETRY › EDIT GEOMETRY FILES**. Откроется таблица **Geometry Files** (рисунок 22).
2. Нажмите **CREATE NEW FILE**.
3. Заполните форму (рисунок 23):
   - **File Tag** (1), например `CSC_Run9_detailed_26.11.26.root`.
   - **Description** (2): чем файл отличается от предыдущей версии.
   - **Module** (3): выберите детектор в списке.

- **Class Name / Revision / Object Name** (4): появляется после выбора модуля, например `BmnCSC / 1 / CSC`. Выберите ревизию, к которой относится файл.
- **Choose file** (5): файл геометрии с вашего компьютера.

4. Нажмите **ADD FILE** (6) и проверьте файл в **VIEW GEOMETRY FILES**.

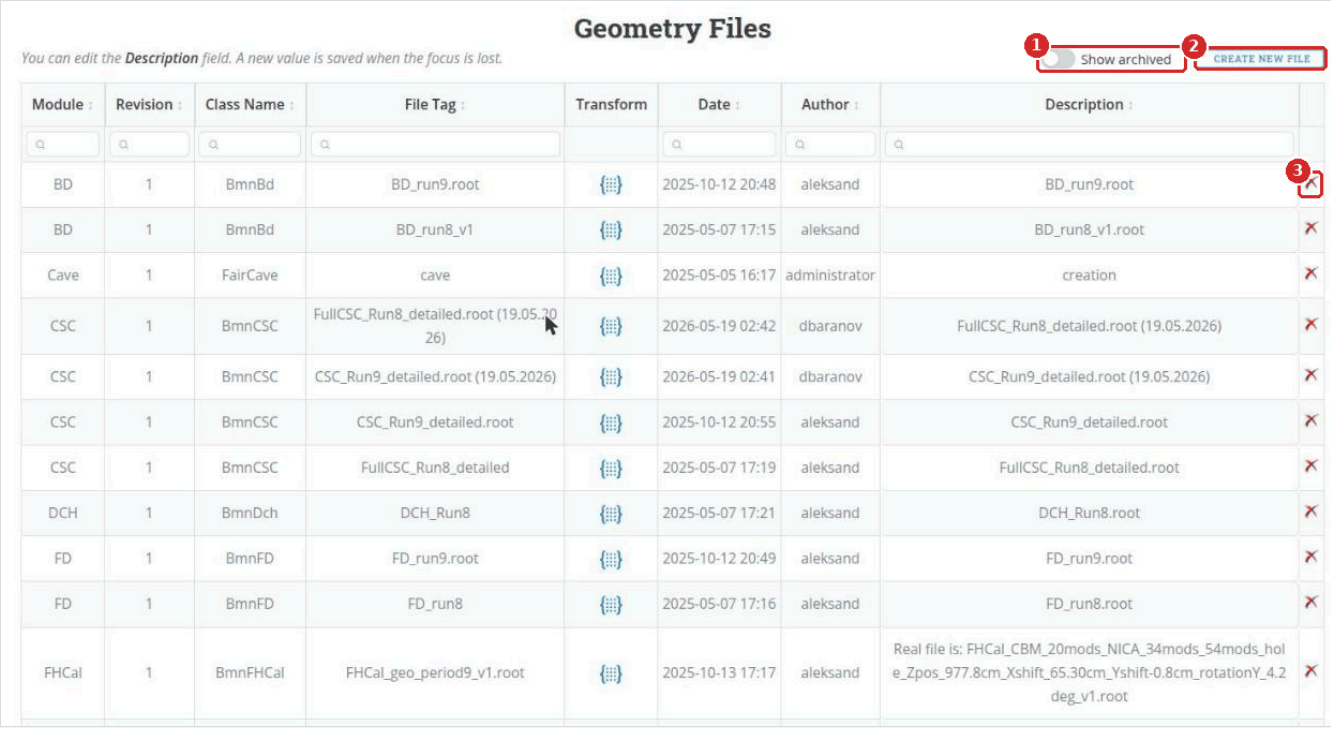


Рисунок 22. EDIT GEOMETRY FILES: (1) Show archived, (2) CREATE NEW FILE, (3) удаление или архивирование

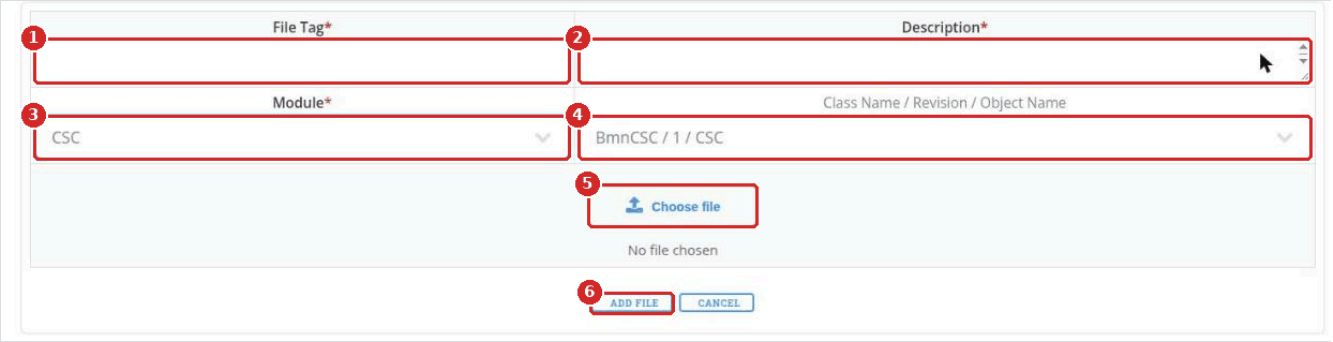


Рисунок 23. Форма CREATE NEW FILE после выбора модуля `CSC`

5.5 Правка модулей установки

Модуль установки размещает в установке один файл геометрии. Один и тот же модуль установки может входить в несколько геометрий установки.

1. В меню выберите **EDIT GEOMETRY › EDIT SETUP MODULES**. Откроется таблица **Setup Modules** (рисунок 24).
2. Нажмите **CREATE NEW SETUP MODULE**.
3. Заполните форму (рисунок 25):
   - **Setup Module Tag** (1): название этого размещения. По нему пользователи ссылаются на модуль в файлах локальной настройки (8.3).

- **Description** (2): для чего это размещение и чем оно отличается от предыдущего, например «FD for Run 9» или «TOF-400 position after XY alignment».
- **Module** (3): выберите детектор. Следующие два поля появятся только после этого.
- **Parent Module** (4): модуль, внутри которого находится этот, по умолчанию `Cave`.
- **File with the Module** (5): отметьте файл геометрии, который нужно разместить.
- **Transformation** (6): матрица поворота, от **r11** до **r33**. Если поворот не нужен, оставьте единичную матрицу.
- **Translation** (7): сдвиг **X**, **Y**, **Z** в см в системе координат родителя. Нули оставляют положение из файла.
- **Parameter File** (8): необязательный XML-файл параметров детектора, например `GemRun9.xml`. BmnRoot читает его через `GetParameterFile()`.

4. Нажмите **ADD NEW SETUP MODULE** (9) и проверьте запись в **VIEW SETUP MODULES**.

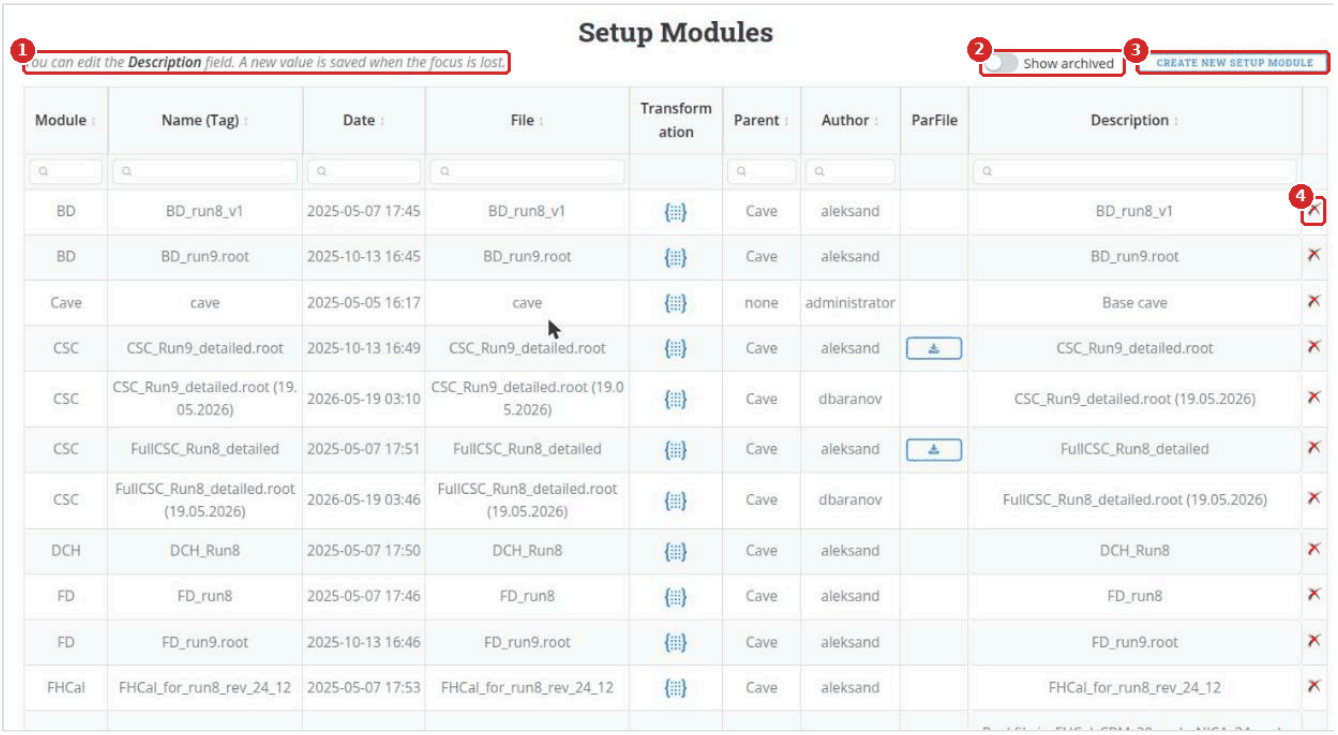


Рисунок 24. EDIT SETUP MODULES: (1) редактируемые описания, (2) Show archived, (3) CREATE NEW SETUP MODULE, (4) удаление или архивирование

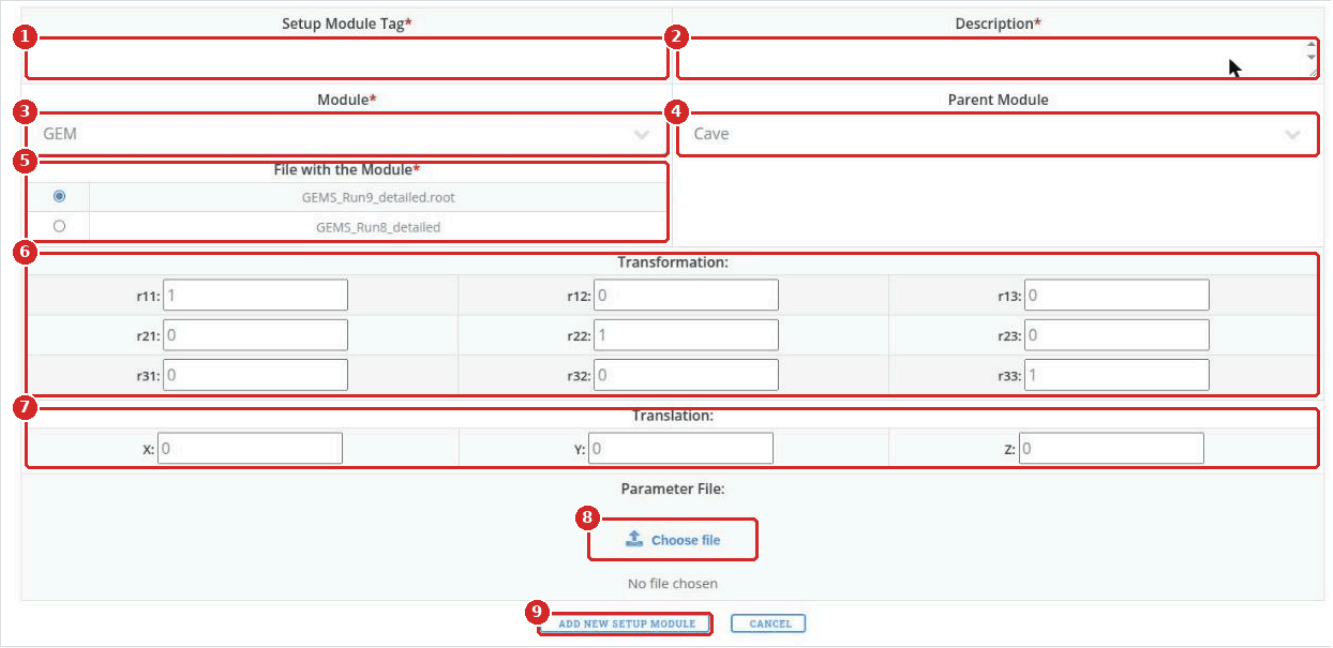


Рисунок 25. Форма CREATE NEW SETUP MODULE после выбора модуля `GEM`

Чтобы переместить детектор, не меняя его геометрию, создайте новый модуль установки с тем же файлом и новым сдвигом; исходный файл остаётся нетронутым.

5.6 Правка геометрий установки

Страница **Geometry Setups** показывает полные геометрии установки со значками действий (рисунок 26). Переключатель **Show approved** (2) добавляет в список и одобренные. Любой разработчик может создавать геометрии установки и изменять их до одобрения; одобряют и удаляют их только ведущие разработчики.

Значок	Подсказка	Действие	Когда показан
✔ (4)	Approve	Одобряет геометрию установки после подтверждения	Со статусом `Created`; только ведущим разработчикам
✎ (5)	Modify	Открывает форму геометрии установки для изменения	Со статусом `Created`
× (6)	Delete	Удаляет геометрию установки после подтверждения	Со статусом `Created`; только ведущим разработчикам (значок виден и у одобренных, но их удалить нельзя)
⧉ (7)	Make a copy	После подтверждения открывает форму новой геометрии установки, заполненную из этой	Для всех

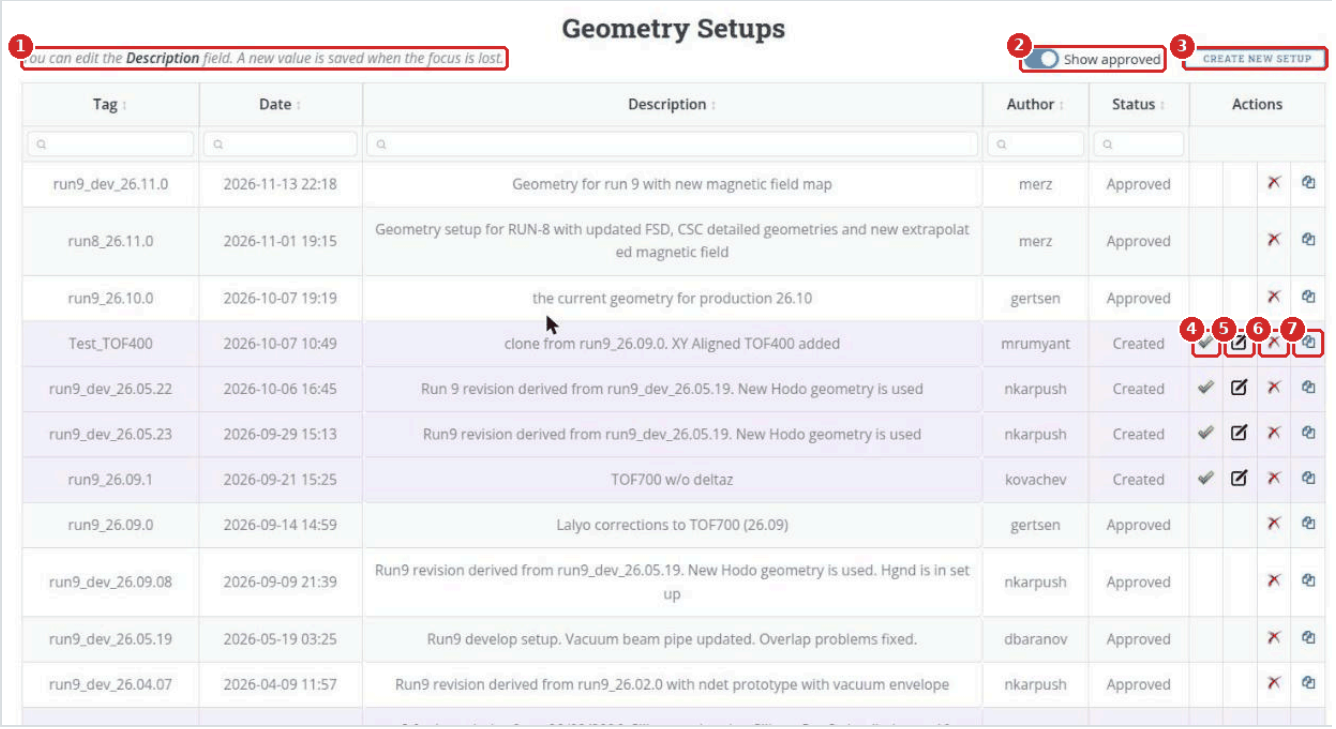


Рисунок 26. EDIT SETUP: (1) редактируемые описания, (2) Show approved, (3) CREATE NEW SETUP, (4) Approve, (5) Modify, (6) Delete, (7) Make a copy

Создание геометрии установки

Начать можно двумя способами: с пустой формы кнопкой **CREATE NEW SETUP** (3 на рисунке 26) или с копии существующей геометрии установки кнопкой **Make a copy** (7). Сделать копию обычно быстрее, если большая часть геометрии остаётся прежней.

С пустой формы:

1. Введите **Setup Tag** (1 на рисунке 27): `run<N>_dev_<YY.MM.DD>` для разработки или `run<N>_<YY.MM.P>` для production-версии, например `run9_dev_26.11.26`.
2. Введите **Description** (2): что изменилось по сравнению с геометрией установки, из которой она получена.
3. В разделе **Setup Modules** у каждого модуля есть зелёная полоса. Щёлкните по полосе (3), чтобы раскрыть её, и отметьте нужный модуль установки (4). В каждой строке показаны тег, файл, преобразование и родитель модуля установки. Отмечайте один модуль установки на детектор и ровно один мировой объём; несколько — только там, где установке нужны несколько частей, например три секции трубы.
4. Ниже модулей выберите одну запись в **Magnetic Fields** (1 на рисунке 28) или в **Magnetic Const Fields** и одну в **Geometry Materials** (2).
5. Нажмите **ADD SETUP** (3). Геометрия установки получит статус `Created`. При сохранении система автоматически собирает из выбранных модулей установки, магнитного поля и материалов ROOT-файл с полной геометрией установки, `full_geometry_<tag>.root`. Это занимает некоторое время: дождитесь окончания сохранения, не нажимайте кнопку повторно и не уходите со страницы.
6. Загрузите геометрию установки в BmnRoot и проверьте её коротким моделированием (8.2).

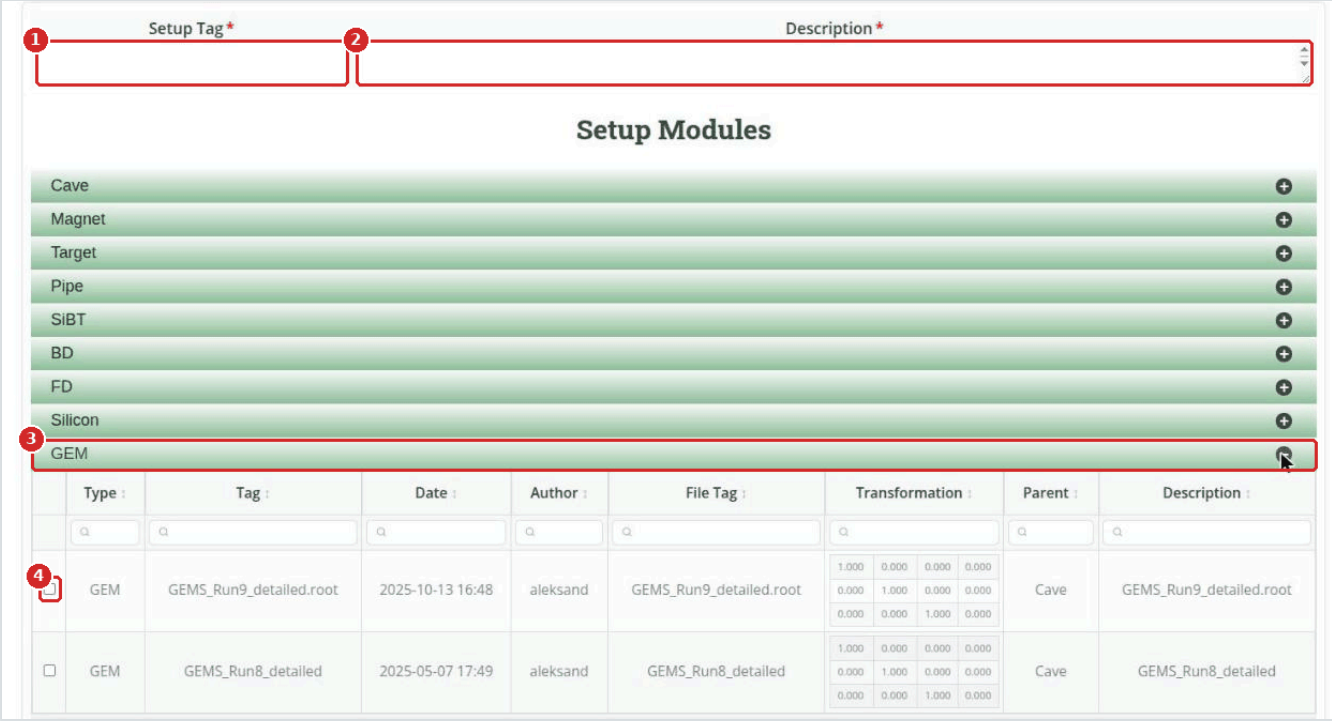


Рисунок 27. Форма CREATE NEW SETUP: (1) Setup Tag, (2) Description, (3) полоса модуля, (4) флажок модуля установки

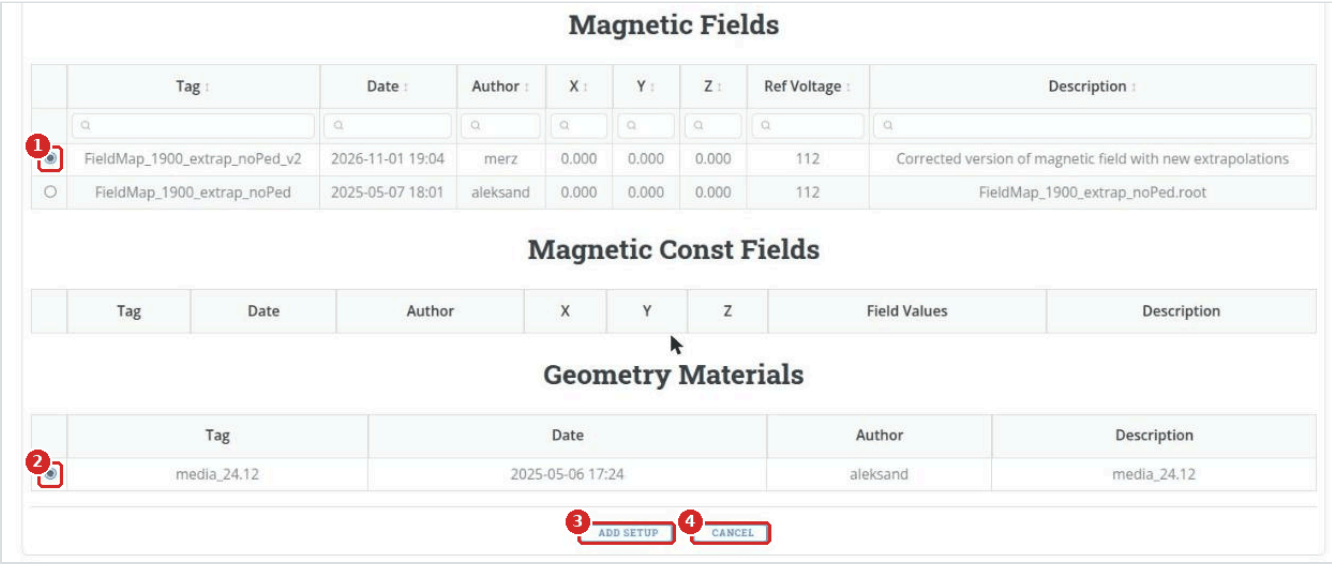


Рисунок 28. Конец формы: (1) магнитное поле, (2) файл материалов, (3) ADD SETUP, (4) CANCEL

С копии: нажмите **Make a copy** (7 на рисунке 26) в строке исходной геометрии установки и подтвердите запрос «Are you sure you want to copy this setup to configure a new one?». Откроется форма с пометкой *!Mode: Create a new setup from existing* (1 на рисунке 29), заполненная данными этой геометрии установки. Далее:

1. Замените **Setup Tag** (2): в поле остаётся тег исходной геометрии установки, а у каждой геометрии установки должен быть свой тег.
2. Перепишите **Description** (3), скопированное из исходной геометрии установки: укажите, что изменилось.
3. Проверьте модули установки: модули исходной геометрии установки отмечены (4), а их полосы раскрыты. Снимите отметки с заменяемых модулей и отметьте новые.

4. Проверьте магнитное поле (5) в разделе **Available Fields** и файл материалов (6) в разделе **Available Materials**: они выбраны как в исходной геометрии установки.
5. Нажмите **SAVE SETUP** (7). Новая геометрия установки получит статус `Created`, а её файл полной геометрии соберётся так же, как при **ADD SETUP**, поэтому сохранение займёт некоторое время. **CANCEL** (8) закрывает форму, ничего не создавая; исходная геометрия установки остаётся без изменений.
6. Загрузите геометрию установки в BmnRoot и проверьте её коротким моделированием (8.2).

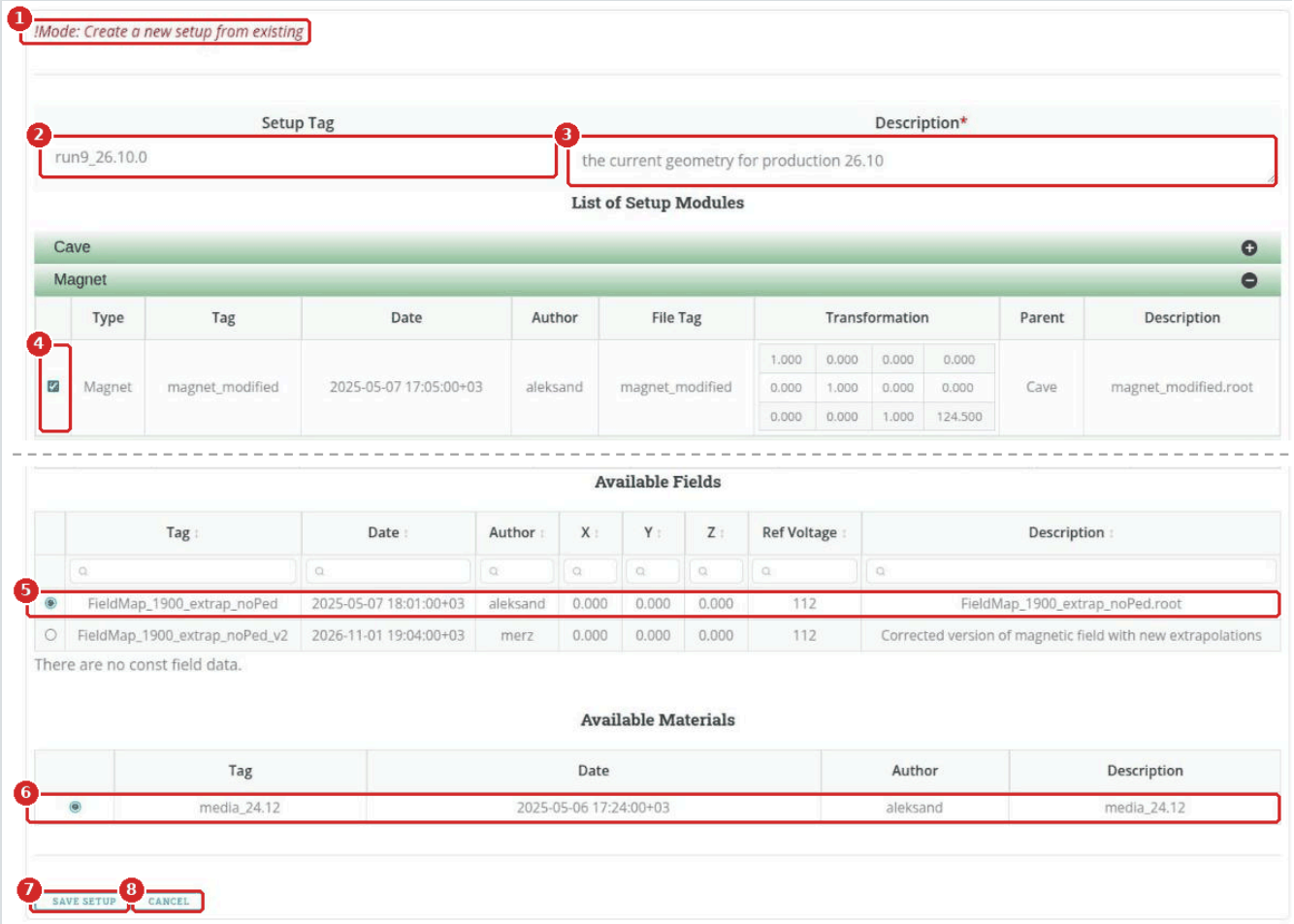


Рисунок 29. Форма, открытая кнопкой Make a copy для `run9_26.10.0`: (1) режим, (2) Setup Tag, (3) Description, (4) отмеченный модуль установки, (5) магнитное поле, (6) файл материалов, (7) SAVE SETUP, (8) CANCEL

Изменение ещё не одобренной геометрии установки

Нажмите **Modify** (5 на рисунке 26). Откроется та же форма с отмеченными модулями (3 на рисунке 30), полем и материалами этой геометрии установки. В ней также показаны файл полной геометрии `full_geometry_<tag>.root` с кнопкой скачивания (2) и автор. Измените нужное и нажмите **SAVE SETUP** или **CANCEL**, чтобы оставить всё как было. При сохранении файл полной геометрии автоматически пересобирается из нового набора составных частей, поэтому это тоже занимает некоторое время.

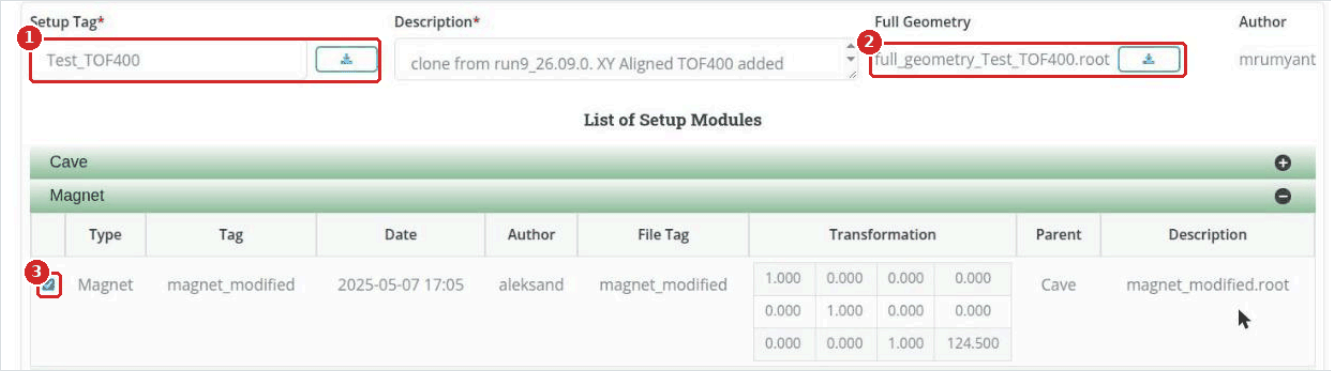


Рисунок 30. Форма Modify: (1) Setup Tag с кнопкой скачивания, (2) файл полной геометрии, (3) модуль, включённый в установку

Одобрение геометрии установки

Одобряют геометрии установки только ведущие разработчики. После одобрения геометрия установки становится последней для своего сеанса: её загружает любой макрос, запрашивающий `run<N>:`.

1. На странице **EDIT SETUP** нажмите **Approve** (4 на рисунке 26) в строке геометрии установки.
2. Подтвердите запрос «Are you sure you want to approve this setup?».
3. Проверьте, что статус стал `Approved`. Значки **Approve** и **Modify** исчезнут из строки.

Одобренную геометрию установки больше нельзя изменить. Это сделано намеренно с целью воспроизведения результатов при переобработке данных. Чтобы изменить одобренную геометрию установки, сделайте копию кнопкой **Make a copy** и сохраните её под новым тегом.

Удаление геометрии установки

Удаляют геометрии установки только ведущие разработчики, и удалить можно версию геометрии только пока ещё не одобренную (статус `Created`); одобренные удалить нельзя. Чтобы удалить геометрию установки со статусом `Created`, нажмите **Delete** (6 на рисунке 26) в её строке. Диалог предупредит: «Delete removes the setup and its geometry file permanently»; архивировать геометрии установки нельзя.

6. Типовые сценарии

Большая часть работы сводится к трём задачам: включить новую геометрию детектора в новую версию геометрии установки, переместить детектор или создать новую версию одобренной геометрии установки. Каждая этих задач заканчивается получением новой геометрии установки в хранилище; уже одобренные геометрии никогда не меняются.

6.1 Новая версия геометрии детектора

Пример: у группы CSC есть детальная геометрия для сеанса Run 9.

1. Соберите файл геометрии макросом CSC из соответствующего макроса и проверьте его на перекрытия составляющих объемов.
2. Эксперт по детектору: в **EDIT GEOMETRY FILES** загрузите файл для модуля `CSC` с соответствующим тегом, например `CSC_Run9_detailed_26.05.19.root` и описанием изменений (5.4).
3. Эксперт по детектору: в **EDIT SETUP MODULES** создайте модуль установки для нового файла с родителем `Cave` и приложите файл параметров, если он нужен для данного детектора (5.5).
4. При желании проверьте геометрию до включения в новую версию геометрии установки: смоделируйте текущую геометрию установки с локальной настройкой, которая подставляет новый файл (8.3).
5. Эксперт по детектору или ведущий разработчик: в **EDIT SETUP** нажмите Make a copy для версии геометрии установки, в которой нужно поменять ваш детектор, снимите отметку со старого модуля установки CSC, отметьте новый и сохраните копию с тегом для разработки, например `run9_dev_26.05.19` (5.6).
6. Ведущий разработчик: проверьте новую версию геометрии установки в BmnRoot и одобрите её.

6.2 Перемещение детектора, например после юстировки

1. В **EDIT SETUP MODULES** создайте новый модуль установки с тем же файлом геометрии и новым преобразованием (5.5). Файл геометрии не меняется.
2. В **EDIT SETUP** скопируйте последнюю геометрию установки кнопкой Make a copy и отметьте новый модуль установки вместо старого.
3. Проверьте и одобрите геометрию установки, как в 6.1.

Для быстрой проверки сдвига только в моделировании менять базу данных не нужно: используйте `moveX`, `moveY`, `moveZ` в файле локальной настройки (8.3). Однако экспериментальные данные всегда реконструируются с геометрией установки из базы данных, поэтому реальные поправки должны попасть в новую геометрию установки.

6.3 Финальная версия геометрии установки для релиза BmnRoot

1. Когда выпускается релиз BmnRoot, например `26.10.0`, возьмите геометрию установки для разработки, проверенную для него (или создайте её заново).
2. В **EDIT SETUP** скопируйте её кнопкой Make a copy и сохраните копию с производственным тегом `run9_26.10.0` и описанием, например «the current geometry for production 26.10».
3. Одобрите её. С этого момента `run9:` в макросах использует эту, добавленную геометрию установки, пока не будет одобрена более новая.

7. Настройка прав доступа

Права выдаются через **роли**: одна роль **Lead Developer** со всеми правами и по одной роли **<Module> Developer** на каждый модуль (BD Developer, CSC Developer, GEM Developer, ..., VSP Developer), которая разрешает править геометрии этого модуля; кроме того, любой разработчик может добавлять файлы материалов и создавать геометрии установки. Кнопку **CONFIGURE USER ACCESS** видят только ведущие разработчики (элемент 4 на рисунке 2). Сначала пользователю нужна группа для редактирования в геометрической системе, которую запрашивают через форму BM@N Software Access (3.4); затем роли определяют, какие модули он может править.

1. Нажмите **CONFIGURE USER ACCESS**. На странице **User Access Admin** три ссылки (рисунок 31):
   - **Role Area** (1): роли и их пользователи.
   - **User Area** (2): права одного пользователя.
   - **Manage Accounts** (3): сводка **Account Overview** с общим числом учётных записей и числом записей с ролью Lead Developer (рисунок 34).
2. Чтобы дать человеку роль, откройте **Role Area**. В таблице **Role Administration** перечислены роли (**Role Name**) с их правами (**Permissions**) (1 на рисунке 32).
3. Нажмите **Grant** (2) в строке роли. Откроется страница **Connect user to <role> role**: выберите человека в поле **Select user** и нажмите **CONNECT**. Список **Connected users to <role> role** ниже показывает, у кого уже есть эта роль.
4. Чтобы отозвать роль, нажмите **Revoke** в той же строке и удалите пользователя из роли.
5. Чтобы проверить права доступа одного человека, откройте **User Area**, введите часть его логина или адреса электронной почты в поле «Enter any part of the user Login or Email» и нажмите **SEARCH** (рисунок 33).

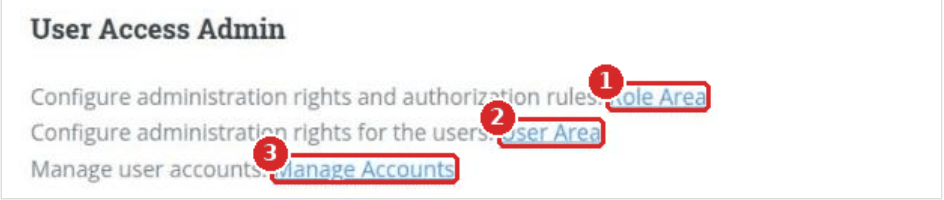


Рисунок 31. CONFIGURE USER ACCESS: (1) Role Area, (2) User Area, (3) Manage Accounts



Рисунок 32. Role Area: (1) роли и их права, (2) Grant / Revoke

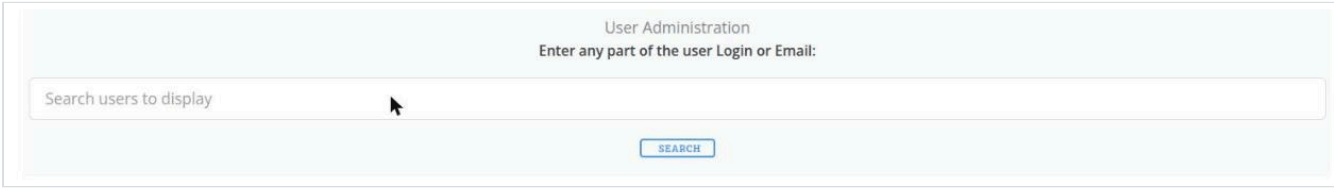


Рисунок 33. User Area

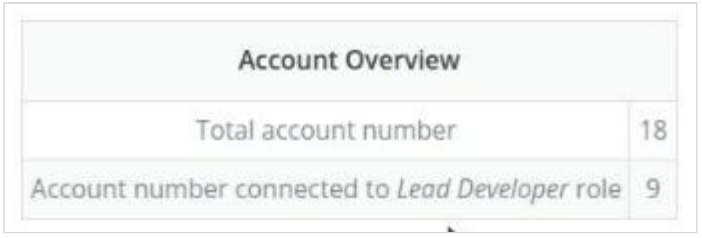


Рисунок 34. Manage Accounts: сводка Account Overview

Давайте права на редактирование только на те детекторы, за которые пользователь отвечает. Роль Lead Developer, которая позволяет одобрять и удалять геометрии установки, регистрировать новые модули и добавлять магнитные поля, оставляйте немногим людям, отвечающим за геометрию в целом.

8. Использование геометрий из базы данных в BmnRoot

BmnRoot загружает любую геометрию установки по её тегу через класс `GeoSetup` из C++ интерфейса `database/geo_db`. Копировать файлы из веб-интерфейса вручную не нужно.

8.1 Локальная копия базы данных

BmnRoot работает с локальной репликой: `local.db` и директория `storage`. Переменная `GEOMPATH` указывает на `storage`, а `config.sh` сборки BmnRoot устанавливает её в `database/geo_db/storage`.

- Реплика скачивается при компиляции BmnRoot (при первом выполнении команды cmake) служебным макросом `macros/installLocalDB.C`.
- Геометрия установки, которой нет в реплике, скачивается из центральной базы данных при первом запросе. Также скачивается и более новая версия неодобренной геометрии установки.
- Если директория с репликой геометрической базы данных доступна только для чтения, например на специализированной файловой системе CVMFS, скачивание идёт в резервную директорию с правом записи: `$TMPDIR` или `/tmp/<user>`. По окончании задания эта директория удаляется.

Чтобы вывести список геометрий установки в вашей реплике:

```
root -b -q $VMCWORKDIR/database/geo_db/macros/getSetupList.C
```

8.2 Выбор геометрии установки по тегу

Макрос моделирования принимает тег геометрии. Тег, оканчивающийся на `:`, означает «последняя одобренная геометрия установки, тег которой начинается с этого префикса»:

Тег геометрии	Что загружается
`run9:`	Последняя одобренная геометрия установки сеанса Run 9
`run9_26.10.0`	Именно эта геометрия установки, одобренная или нет
`run9:;my_setup.xml`	Последняя одобренная геометрия установки сеанса Run 9 с локальной настройкой (8.3)

Для экспериментальных данных `run_reco_bmn.C` по умолчанию загружает последнюю одобренную геометрию установки сеанса. Использованный тег записывается в контейнер `FairGeoParSet` выходного файла, поэтому анализ и просмотр событий используют ту же геометрию.

В собственном макросе:

```
GeoSetup gSetup;
string tag = gSetup.GetLastApprovedSetupTag("run9");   // например, run9_26.10.0
if (gSetup.LoadSetupToGeoManager(tag) != 0)
    cout << "ERROR: the geometry was not loaded" << endl;
gGeoManager->GetTopVolume()->Draw("ogl");
```

Другие методы: `LoadSetupToFairRunSim()` для моделирования, `GetMagneticField()` и `GetRefVoltage()` для поля, `GetParameterFile(detector)` и `GetMaterialFile()` для файлов геометрии установки.

8.3 Локальная настройка без изменения базы данных

Чтобы проверить изменение в моделировании до того, как оно попадёт в базу данных, опишите его в XML-файле и добавьте путь к нему к тегу после `;`. Файл может отключить модуль, заменить его файл геометрии, сдвинуть его, добавить новый модуль или заменить карту поля:

```
<setup>
  <editSetupModule tag="FHCal_geo_period9_v2.root" enable="false"/>
  <editSetupModule tag="Ndet_geo_period9_v2"
file_path="$VMCWORKDIR/my_geometry/ND_new_run9.root"/>
  <editSetupModule tag="CSC_Run9_detailed.root" moveX="0.5" moveZ="1.0"/>
  <addSetupModule class_name="BmnDch" active="true" object_name="DCH"
file_path="DCH_Run8.root"/>
  <editFieldMap file_path="$VMCWORKDIR/my_field/FieldMap_test.root"/>
</setup>
```

```
root -b -q '$VMCWORKDIR/macro/run/run_sim_bmn.C("", "bmnsim.root", 0, 100, BOX,
"run9:;$VMCWORKDIR/my_setup.xml")'
```

Атрибут `tag` — это тег модуля установки, показанный в **VIEW SETUP MODULES** (4.2). Готовые примеры лежат в `database/geo_db/examples`: `setup_without_detectors.xml` и `setup_without_calorimetry.xml`. Сдвиги задаются в см и работают только для модулей в формате ROOT; повороты таким способом изменить нельзя.

9. Помощь

Чтобы получить доступ к Геометрической системе или новую группу, отправьте форму BM@N Software Access (3.4).

По вопросам прав на редактирование или проблем с веб-интерфейсом пишите Константину Герценбергеру, gertsen@jinr.ru (ссылка «Get in touch» внизу каждой страницы). Укажите адрес страницы, тег объекта и то, что вы ожидали увидеть.

Если BmnRoot не может загрузить геометрию установки, запустите макрос ещё раз с уровнем журнала `debug1`. В журнале будет указан модуль установки, который не удалось загрузить (`setup_module_id=…`).

Источники

- Geometry Web Service: главная страница
- Репозиторий Geometry C++ API (подмодуль BmnRoot `database/geo_db`)
- BmnRoot Start Guide, раздел 6.2 «Geometry Database»
- Development of the Geometry Database for the BM@N Experiment of the NICA Project, EPJ Web of Conferences 226, 03001 (2020)
- BM@N Software Access: форма запроса групп доступа