

Разработка кроссплатформенного программного обеспечения для продолжения долгосрочных наблюдений озона и ультрафиолетовой радиации на спектрофотометре Брюэра

Савиных В.В. (amita@ifaran.ru)

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва

Спектрофотометр Брюэра MkII #043
на КВНС ИФА РАН (2070 м)



ВВЕДЕНИЕ

Восстановление озонового слоя, вероятно вызванное запрещением некоторых озоноразрушающих веществ в рамках Монреальского протокола и наблюдаемое с 1998 года, носит неравномерный характер. В связи с этим остаются задачи по продолжению мониторинга озонового слоя и обеспечению однородности полученных наблюдений по сравнению с измерениями предыдущих десятилетий. Одной из старейших глобальных систем, предоставляющих данные об озоне, является сеть полностью автоматизированных спектрофотометров Брюэра, функционирующая с начала 1980-х годов, она включает около 80-ти наземных станций в 40-ка странах мира (Рис. 1). Брюэр предоставляет высококачественные данные об общем содержании озона (ОСО), спектральном солнечном УФ-излучении, вертикальных профилях озона и общем содержании двуокиси серы. Система Брюэра состоит из всепогодного спектрофотометра, азимутальной следящей системы, треноги (Рис. 2) и подключается к управляющему компьютеру.



Рисунок 1. Все известные местоположения спектрофотометров Брюэра по всему миру.

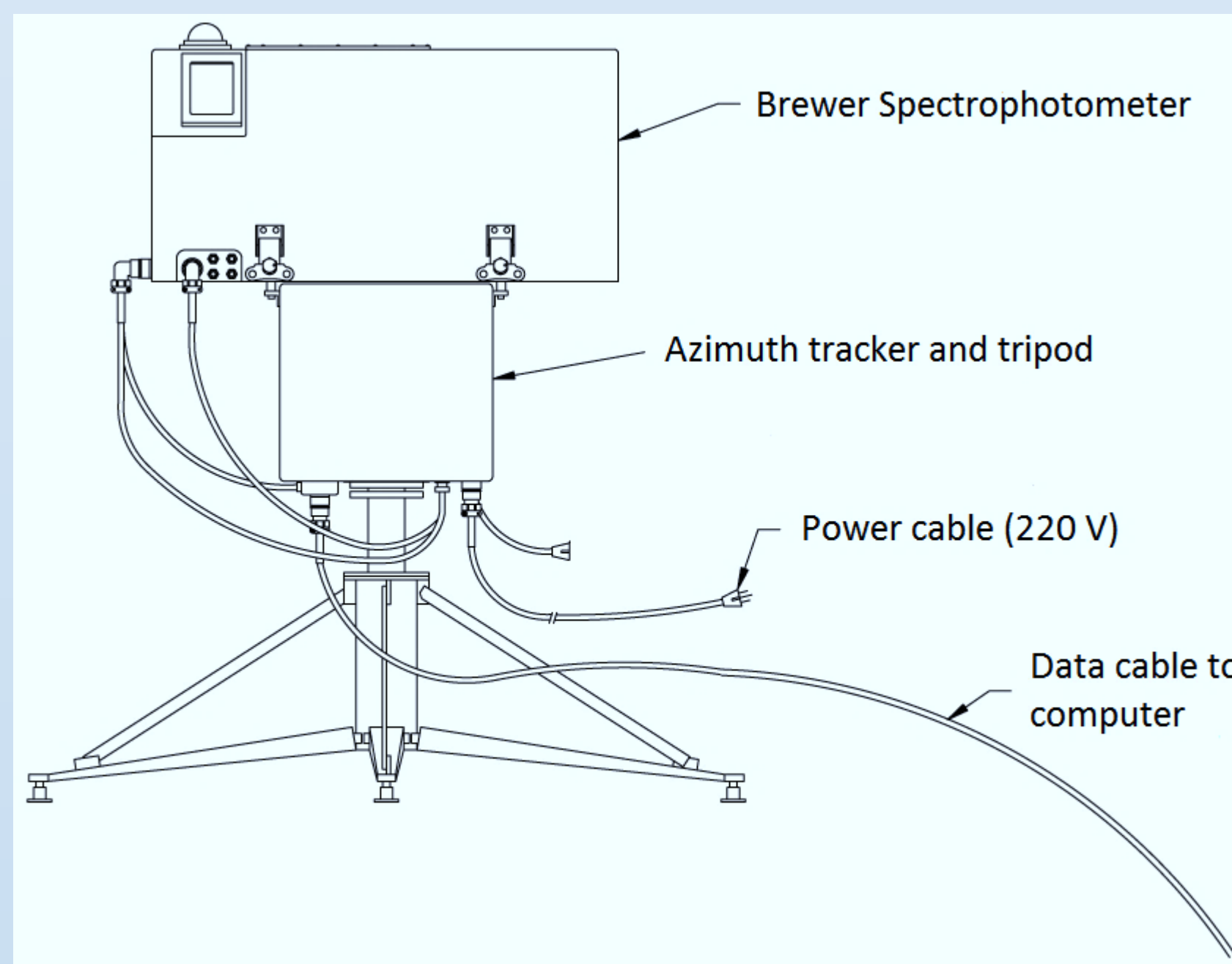


Рисунок 2. Спектрофотометр Брюэра для измерений ОСО и УФ-излучения.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Существующее программное обеспечение (ПО) для спектрофотометра Брюэра было создано более 35 лет назад для персональных компьютеров с операционной системой (ОС) MS-DOS и нуждается в реконструкции для продолжения многолетних наблюдений в условиях меняющихся компьютерных платформ (Рис. 3). Для его замены разрабатывается новое кроссплатформенное ПО для управления Брюэром, способное работать на компьютерах с современными многозадачными ОС (Windows, Linux, macOS) и одновременно имеющее единую кодовую базу (Рис. 4). База данных нового ПО для хранения данных измерений и инструментальных констант состоит из более чем 30-ти таблиц и хранит около 800-та единиц информации.

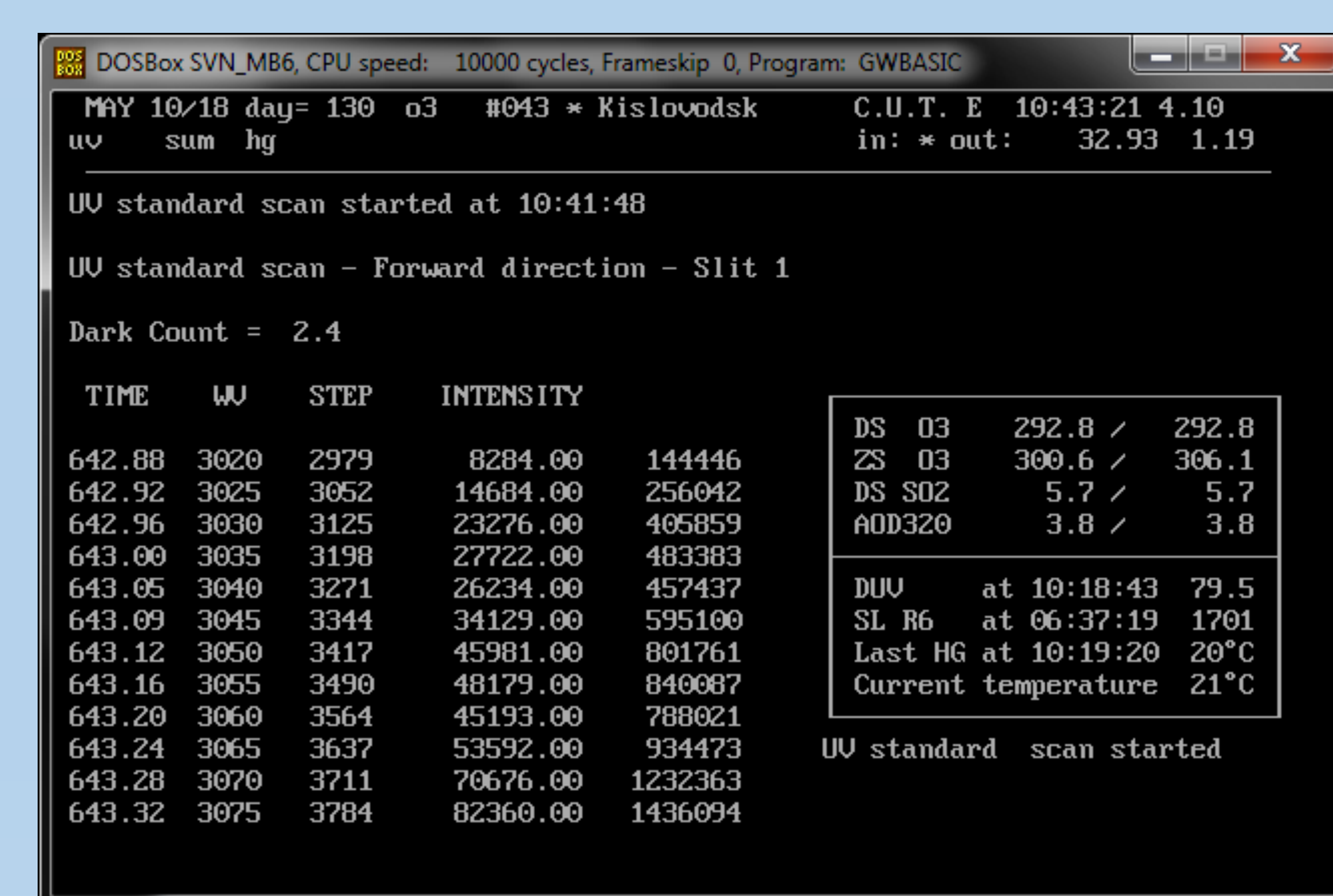


Рисунок 3. Управляющее ПО Брюэра для MS-DOS, используемое на мировой сети.

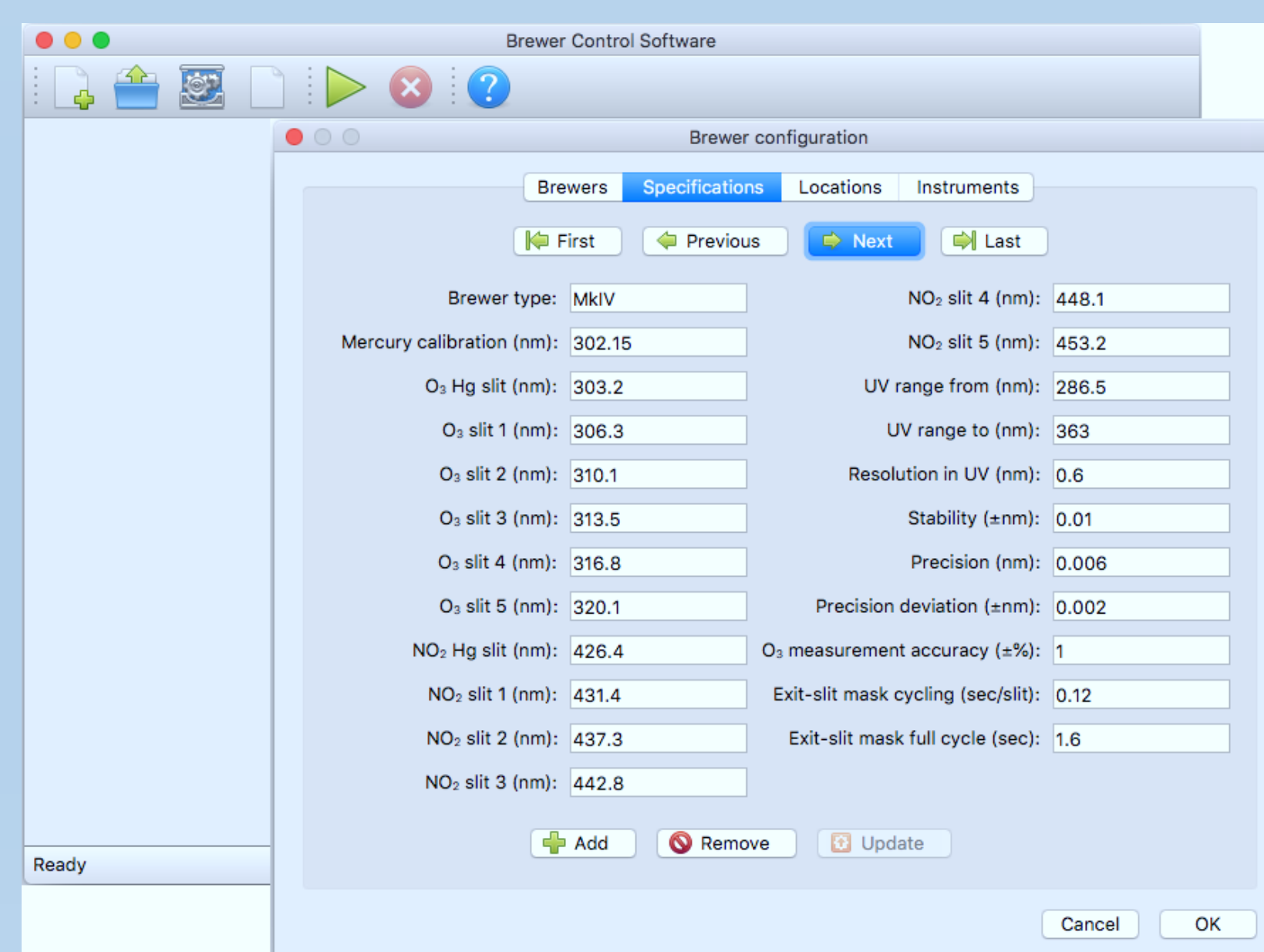
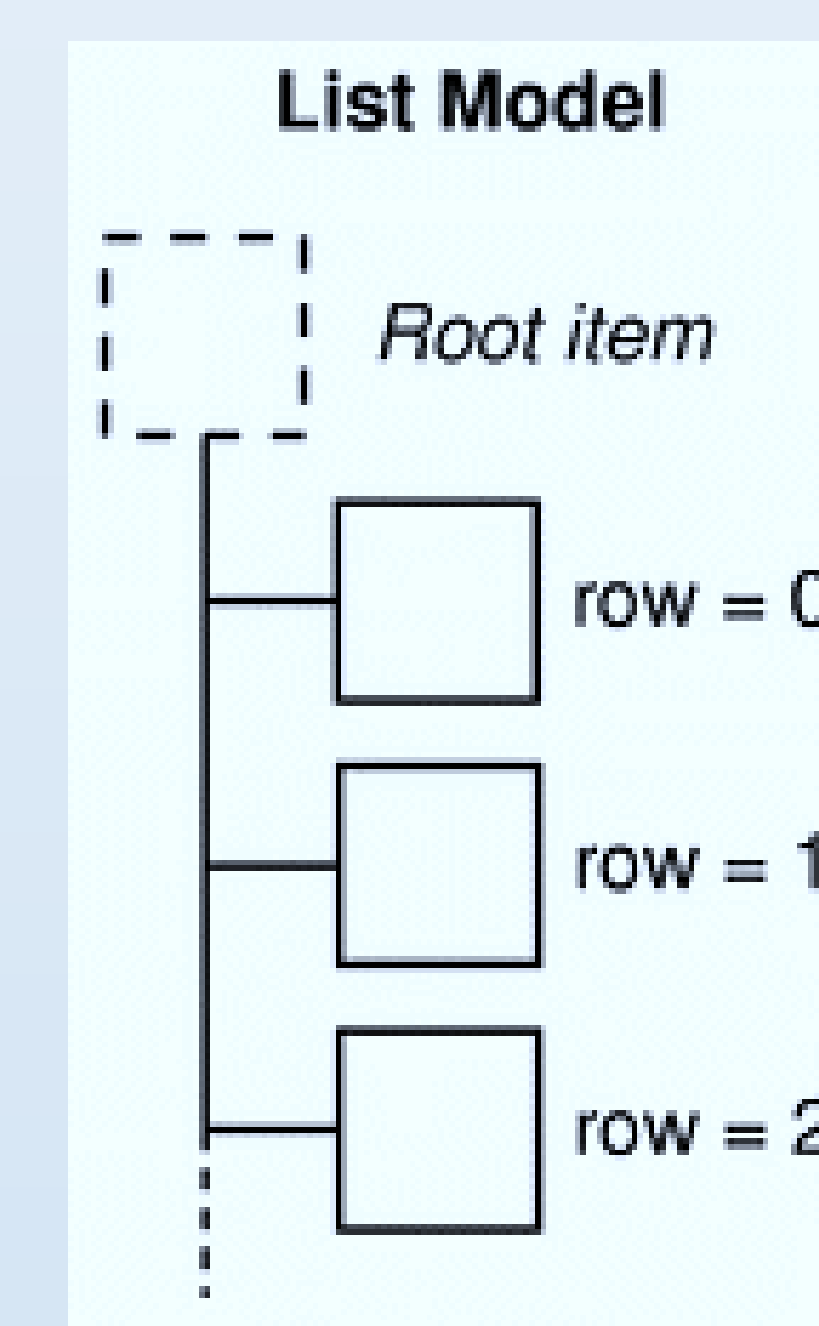
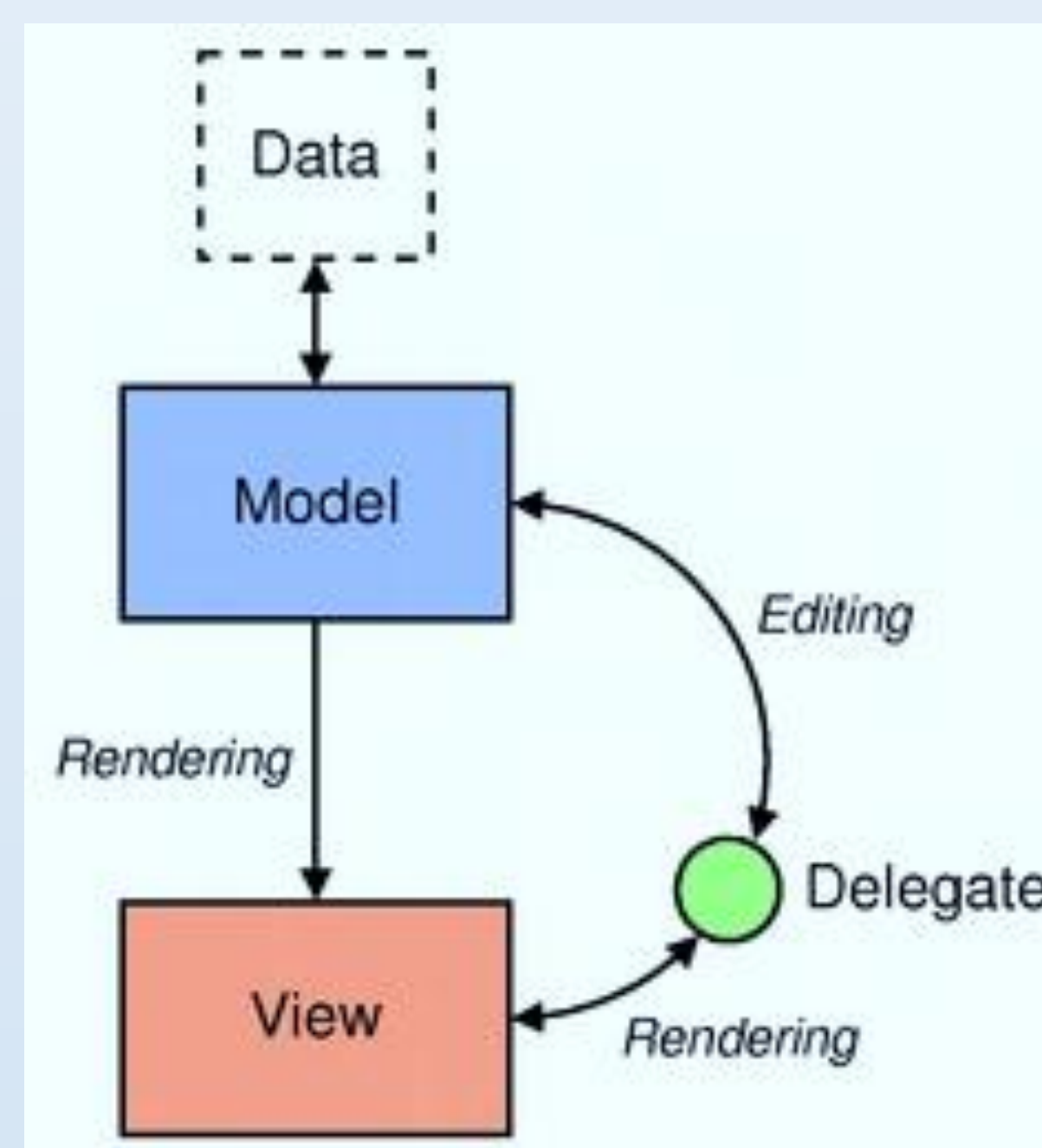


Рисунок 4. ПО для Брюэра с архитектурой Модель/Представление для macOS.

Новое ПО реализует архитектуру *Модель/Представление* для разделения реализации набора классов для работы с данными измерений (моделями) от набора классов для отображения этих данных пользователю приложения (представлений). *Модель* отвечает за управление данными и предоставляет интерфейс для чтения и записи этих данных, а *Представление* извлекает необходимые данные из модели, реагирует на ее изменения и отправляет эти данные пользователю, размещая их должным образом в графическом интерфейсе (Рис. 5).

Каждый фрагмент информации, который может быть получен через модель, представлен *Индексом модели*, который является ссылкой на элемент данных. Предоставляя модельные индексы модели, представление может извлекать элементы данных из источника данных (Рис. 6). *Делегат* отображает элементы данных в представлении; когда элемент редактируется, делегат непосредственно связывается с моделью, используя индексы модели.



Data classes
Database classes
Database manager class
Custom model classes
SQL storage
brewer-core

Рисунок 5. Схема архитектуры Модель/Представление.

Рисунок 6. Индексы модели - ссылка на элементы данных. Рисунок 7. Структура общей библиотеки "brewer-core".

МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ

Ядро нового ПО Брюэра ("brewer-core") выделено в отдельный модуль кроссплатформенной разделяемой библиотеки на объектно-ориентированном ЯП C++14 с помощью программной платформы разработки приложений Qt и реляционной СУБД SQLite в качестве постоянного хранилища. Все измерения и инструментальные константы имеют собственную реализацию шаблона модели. Она состоит из отдельного класса, описывающего структуру данных (*класс данных*), соответствующего ему класса для доступа к постоянному хранилищу SQL (*класс базы данных*) и класса, который взаимодействует с постоянным хранилищем (*класс пользовательской модели*) и поставляет данные, содержащиеся в нем, представлению (Рис. 7).

Классы данных. Классы данных для измерений Брюэра и его инструментальных констант, необходимые для правильной работы уровня базы данных (БД) приложения, описывают сами спектрофотометры, их спецификации, местоположения, измерения и другие информационные сущности модели. Они включают поля, характеризующие состояние сущности, конструктор для их инициализации и методы для чтения и записи этих полей.

Классы уровня БД. Постоянное хранилище реализовано как шаблон *синглтон* (защищенный конструктор и статическая функция, возвращающая ссылку на экземпляр класса), что гарантирует создание единственного экземпляра этого класса (*менеджера БД*). Данный класс открывает соединение с БД и предоставляет его классам базы данных. Каждый класс данных имеет отдельный класс БД для доступа к своей таблице, реализующий основные функции постоянного хранилища: создание, чтение, обновление и удаление данных измерений.

Пользовательские модели. При создании пользовательских моделей за основу был принят абстрактный класс платформы Qt для одномерных списков, его возможности были расширены, так что конечная модель смогла работать с таблицами БД. Также был добавлен последовательный контейнер (вектор), который действует как буфер, чтобы избежать слишком частого обращения к таблицам БД, и снизить нагрузку на дисковую подсистему компьютера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для каждой таблицы БД нового ПО Брюэра в рамках архитектуры Модель/Представление реализован шаблон модели. Он состоит из вспомогательных класса данных и класса базы данных для доступа к таблицам постоянного хранилища, класса самой пользовательской модели, основанного на классе абстрактной модели для одномерных списков платформы Qt, а также общего для всех таблиц класса менеджера БД, который использует встраиваемую в приложение реляционную СУБД SQLite в качестве постоянного хранилища.