



ИТ-КЛАСТЕР
СИБИРИ

Михаил Солохин

Разработка и внедрение в учебный процесс цифровой платформы ПАК «ЦХТ-2024» для модернизации преподавания ИТ дисциплин

15-16 мая 2025 года, г. Омск

Разработка и внедрение в учебный процесс цифровой платформы ПАК «ЦХТ-2024» для модернизации преподавания ИТ дисциплин

Михаил Аркадьевич Солохин
зав. каф. Информационных систем в химической технологии
ИТХТ им. М.В. Ломоносова РТУ МИРЭА



Проект "ЦХТ 2024" в рамках реализации программы развития РТУ МИРЭА на 2021-30 годы и программы «Приоритет 2030»



Учебно-научная цифровая лаборатория

- Создана учебно-научная цифровая лаборатория цифровых двойников объектов химической промышленности



Профиль бакалавриата «Цифровая химическая технология»

- Разработаны рабочие программы дисциплин, учитывающие образовательные возможности лаборатории
- Модернизирован образовательный процесс студентов, обучающихся по образовательным программам ИТХТ им. М.В. Ломоносова РТУ МИРЭА, в части изучения информационных технологий



Программно-аппаратный комплекс для цифровизации учебного процесса

- На основе прототипов созданы продуктивные конфигурации и программные модули.
- Программно-аппаратный комплекс внедрен в учебный процесс.

ПАК внедрен в учебный процесс в рамках обучения студентов ИТХТ по дисциплине «Информатика» (численность студентов составила 650 человек). Наблюдается повышение вовлеченности студентов в образовательный процесс и рост производительности труда ППС

Задачи, решаемые ПАК "ЦХТ-2024"

✓ Модернизация учебного процесса по ИТ дисциплинам

- Изучение актуальных инструментов: Python и библиотеки инженерной и научной направленности
- Получение навыков работы с современными стеками ПО: веб-интерфейсы, системы управления версиями, СУБД, средства автоматизации

✓ Создание платформы для проведения занятий в рамках профиля ЦХТ и цифровизация учебного процесса

- Решение химических задач современными программными средствами
- Автоматизация подготовки и проверки результатов практических работ
- Интеграция со свободным ПО для мат. моделирования процессов и аппаратов химической технологии
- Возможность развернуть программное обеспечение, имитирующее технологический ландшафт предприятия химической промышленности

✓ Импортозамещение

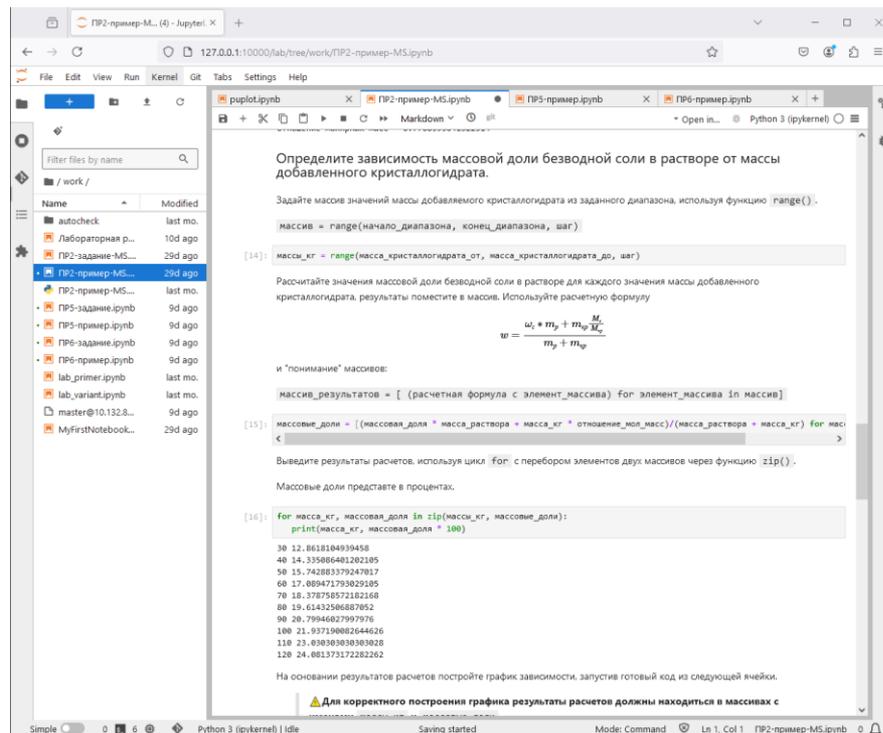
- Переход с ОС Windows на ОС Linux: все серверы и ПК в классах
- Использование только российского ПО или ПО с открытым исходным кодом
- Внедрения импортозамещенного ПО в учебный процесс: разработка программных компонентов для интеграции ПО

Внедрение серверного решения JupyterHub позволило не устанавливать специальное ПО на компьютеры студентов. Это открывает возможность использовать для обучения как ПК так и мобильные устройства, проводить занятия в очных, дистанционных и смешенных форматах.

Модернизация практических работ по Информатике

■ Преимущества

- Устранена зависимость от ОС Windows и продуктов Microsoft
- Веб-интерфейс
 - В перспективе практические работы можно проводить удаленно
- Тетрадь IPYNB – артефакт, объединяющий задание, ход выполнения и оформление результатов работы
- Автоматизированная подготовка классов к занятиям (очистка рабочих пространств студентов, копирование файлов индивидуальных заданий, установка требуемых библиотек)
- Автогенерация вариативных заданий к контрольным мероприятиям
- Интеграция с системами управления версиями (git) находится в процессе тестирования
- Автопроверка работ студентов с сохранением результатов в БД



Определите зависимость массовой доли безводной соли в растворе от массы добавленного кристаллогидрата.

Задайте массив значений массы добавляемого кристаллогидрата из заданного диапазона, используя функцию `range()`.

```
массив = range(начало_диапазона, конец_диапазона, шаг)
```

```
[14]: массив_кг = range(масса_кристаллогидрата_от, масса_кристаллогидрата_до, шаг)
```

Расчитайте значения массовой доли безводной соли в растворе для каждого значения массы добавленного кристаллогидрата, результаты поместите в массив. Используйте расчетную формулу

$$w = \frac{m_s \cdot m_p + m_{\text{H}_2\text{O}}}{m_p + m_{\text{H}_2\text{O}}}$$

и "понимание" массивов:

```
массив_результатов = [(расчетная формула с элемент_массива) for элемент_массива in массив]
```

```
[15]: массивные_доли = [(массовая_доля * масса_раствора + масса_кг * отношение_мол_масс) / (масса_раствора + масса_кг) for мас <
```

Выведите результаты расчетов, используя цикл `for` с перебором элементов двух массивов через функцию `zip()`.

Массовые доли представьте в процентах.

```
[16]: for масса_кг, массовая_доля in zip(массив_кг, массивные_доли):
    print(масса_кг, массовая_доля * 100)
```

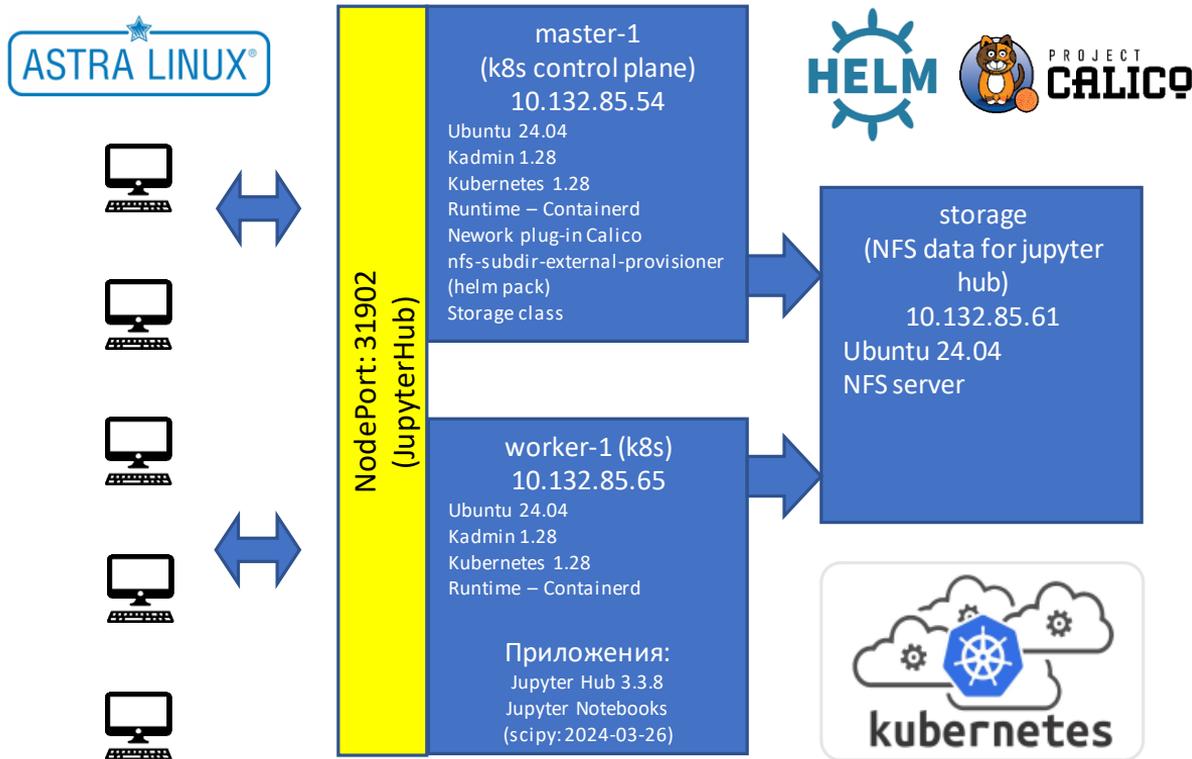
```
30 12.8618104939458
40 14.339806401202105
50 15.742083379247017
60 17.089471793029105
70 18.370785572182168
80 19.61432506067052
90 20.796460279079706
100 21.937190002644626
110 23.038303030303028
120 24.001373172202262
```

На основании результатов расчетов постройте график зависимости, запустив готовый код из следующей ячейки.

Для корректного построения графика результаты расчетов должны находиться в массивах с

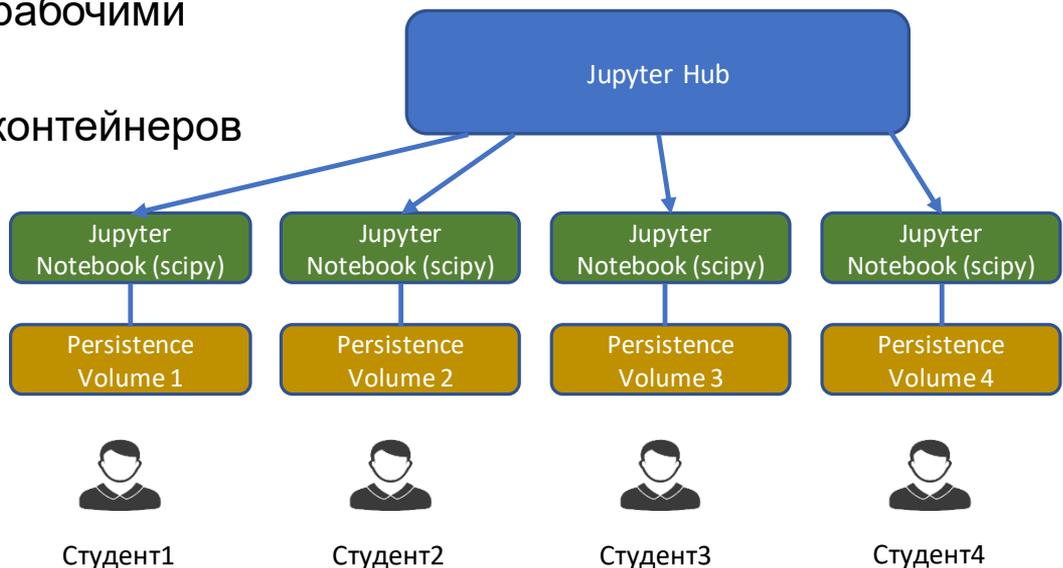
Архитектура платформы ПАК "ЦХТ-2024"

- Мировой стандарт DevOps сред развертывания
- Готовность к масштабированию
- Чистый Open Source
- Единая платформа для:
 - Развертывания ПО в рамках преподавания дисциплин кафедры
 - Разработки и тестирования кода, написанного студентами в рамках практических работ
 - Разработки средств цифровизации учебного процесса



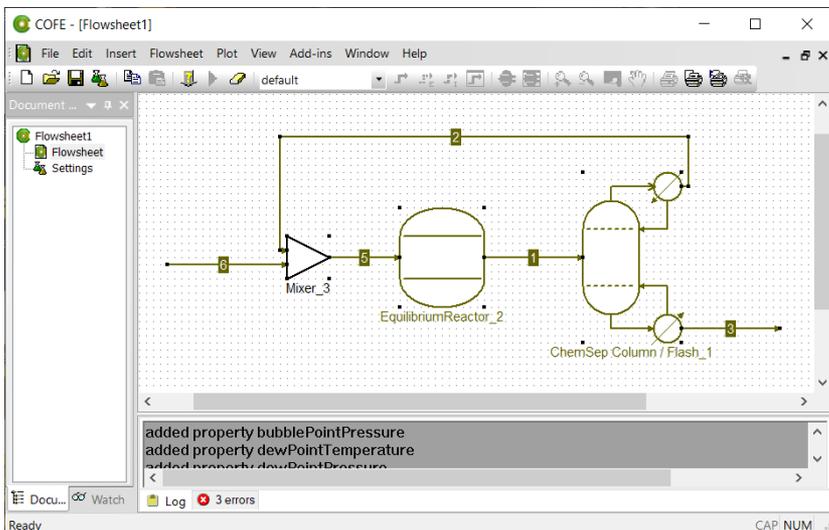
Персональная рабочая среда для каждого студента

- Изоляция и хранение данных студентов
- Унификация управления рабочими средами
- Подготовленные образы контейнеров для разных дисциплин
- Возможность интеграции с LDAP сервером на уровне систем университета



Интеграция учебных сред на платформе цифровой лаборатории

Цифровизация учебного процесса



Обработка результатов

2-пример-MS.ipynb

FP2-пример-MS.ipynb

FP5-пример.ipynb

FP6-пример.ipynb

зависимость массовой доли безводной соли в растворе от массы его кристаллогидрата.

значений массы добавляемого кристаллогидрата из заданного диапазона, используя функцию range().

```
def(начало_диапазона, конец_диапазона, шаг):  
    for(масса_кристаллогидрата_кг, масса_кристаллогидрата_г, шаг):  
        значения массовой доли безводной соли в растворе для каждого значения массы добавляемого  
        г-на, результаты поместите в массив. Используйте расчетную формулу
```

$$w = \frac{m_1 + m_2 \cdot \frac{M}{M_0}}{m_1 + m_2}$$

массиве:
результатов = [(расчетная формула с элемент_массива) for элемент_массива in массив]

```
[массив_доль = масса_раствора + масса_кг * отношение_мол_масс / (масса_раствора + масса_кг) for масса_кг in range(начало_диапазона, конец_диапазона, шаг)]
```

Выведите результаты расчетов, используя цикл for с перебором элементов двух массивов через функцию zip().

Массовые доли представьте в процентах.

```
[16]: for масса_кг, массив_доль in zip(массив_кг, массив_доль):  
    print(масса_кг, массив_доль * 100)
```

30	12.86181804939458
40	14.335986491202105
50	15.742883379247917
60	17.099451739202945
70	18.379758572182168
80	19.61432506867952
90	20.79466227979756
100	21.937190062644626
110	23.030303030303028
120	24.081212122282262

На основании результатов расчетов постройте график зависимости, запустив готовый код из соседней ячейки.

Для корректного построения графика результаты расчетов должны находиться в массивах с

Интеграция
ActivX/COM
с
CPython или
CORBA



Генерация вариативных заданий и автоматическая проверка результатов их выполнения



Автоматическое развертывание среды для выполнения практических и контрольных работ



Единая система управления цифровыми учебными и оценочными материалами, конфигурациями цифровых лабораторных стендов



Управление требованиями к учебным программам и ускорение их модернизации за счет автоматизации процессов создания и обновления учебных материалов

Внедрение ПАК "ЦХТ 2024" в учебный процесс

Профиль бакалавриата «Цифровая химическая технология»



1 курс

2 курс

3 курс

4 курс

Уч. года	Кол-во студентов
2024-25	650
2025-26	1300
2026-27	1400
2027-28	1500

Информатика

ИТ в химии

ИТ в биотехнологии

Цифровизация химических объектов

- разработка

- модернизация

Другие ОП направлений Химия, Химическая технология, Биотехнология, Техносферная безопасность

Эффект от внедрения цифровой платформы

■ Повышение вовлеченности студентов в учебный процесс

До внедрения платформы	После внедрения платформы
Энтузиазм от обучения работе с актуальными инструментами	
MS Excel и SciLab выглядят архаично. Владение ими не является существенным преимуществом на рынке труда	Python возглавляет список востребованных ЯП. Jupiter – индустриальный стандарт в сфере анализа данных
Сопровождение практических работ преподавателем	
Преподаватель в классе может подойти к ПК студента, чтобы что-то показать или объяснить	Живые демонстрации, удаленный доступ преподавателя к рабочим средам студентов
Индивидуальные задания	
Варианты повторяются в разных группах	Задания уникальны для каждого студента
Своевременная сдача отчетов по практическим работам	
Через конструктор сайтов (менее 60%)	Проверка электронных тетрадей (более 90%)

Эффект от внедрения цифровой платформы

■ Повышение производительности труда преподавателя

До внедрения платформы	После внедрения платформы
Время, затрачиваемое на подготовку класса к проведению занятий	
Ручная установка ПО и копирование файлов заданий, с использованием сетевых папок (1-8 ч)	Автоматическое управление конфигурацией (10-30 минут)
Время, затрачиваемое на подготовку индивидуальных заданий	
Ручная подготовка вариантов (2-8 ч на задание)	Автогенерация индивидуальных заданий (15-60 мин на задание)
Время, затрачиваемое на сбор результатов выполнения заданий	
копирование файлов результатов, с использованием сетевых папок	Автоматическое управление конфигурацией (10-30 минут)
Время, затрачиваемое на проверку индивидуальных заданий	
Ручная проверка по вариантам ответов (1-2 ч на группу)	Автоматическая проверка (15-45 мин на группу)

Эффект от внедрения цифровой платформы

■ Новые технологические возможности

До внедрения платформы	После внедрения платформы
Организация проведения практических занятий по дисциплинам профиля ЦХТ	
ПО требующее индивидуальной установки, большие затраты на управление конфигурацией	Единая платформа, автоматизация управления конфигурацией (Infrastructure as Code)
Интеграция	
Частные интеграционные решения, требующие больших затрат на сопровождение	Интеграция ПО на единой платформе, функционал строится модулей, как в конструкторе LEGO
Масштабирование	
Количество студентов в учебных классах (в пределах 100)	Количество одновременно обучаемых студентов в институте (до нескольких тысяч)
Импортозамещение ПО, используемого в учебном процессе	
Проприетарное ПО. MS Windows, Excel, Word	Российское и Open Source ПО

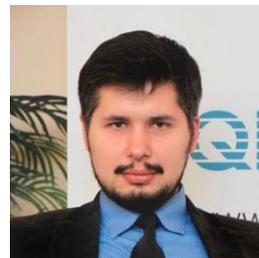
Спасибо за внимание!

Коллектив авторов:

Михаил Аркадьевич Солохин

Николай Павлович Серебренников

Владимир Владиславович Чиреев



Институт тонких химических
технологий имени М.В. Ломоносова

solohin_m@mirea.ru