

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Ивановский государственный химико-технологический университет

Ю.В. Царев, С.А. Царева, В.В. Костров

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**  
**по курсу «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»**  
**для специальности 28.02.01 «Охрана окружающей среды и рациональное**  
**использование природных ресурсов»**

Иваново 2008

УДК 519.22+658.56

Царев Ю.В., Царева С.А., Костров В.В. Лабораторный практикум по курсу «Промышленная экология» для специальности 28 02 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / ГОУ ВПО Иван. гос. хим. - технол. ун-т. - Иваново, 2008.- 160 с. ISBN

В предлагаемом издании авторы разработали лабораторные работы для учебного курса «Промышленная экология», которые реализованы в программном комплексе SuperPro Designer©. Лабораторный практикум содержит начальные сведения о программе SuperPro Designer©, позволяющие научиться основам работы в этой программе, типовые лабораторные работы по курсу «Промышленная экология» и задания к лабораторным работам. Приведен порядок выполнения работ, расчетов в программе SuperPro Designer©, а также вывод экономических отчетов и отчетов о воздействии на окружающую среду в формате программы Microsoft Word©.

Предназначено для студентов специальности 28 02 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» является раздаточным материалом и может быть использовано при самостоятельной подготовке.

Табл. 12. Ил. 69 . Библиогр.: 13 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета

Рецензенты:

Кафедра материаловедения и товароведения Ивановской государственной текстильной академии; кандидат экономических наук Г.Н. Корнев (Ивановская государственная сельскохозяйственная академия).

ISBN

© ГОУ ВПО Ивановский государственный  
химико-технологический университет, 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Предприятия химической отрасли сталкиваются с постоянно меняющимися потребностями рынка, всё более жёсткими требованиями к охране окружающей среды и одновременно им необходимо увеличивать объём и рентабельность производства, обеспечивать выпуск качественной и конкурентоспособной продукции. Поскольку все эти факторы тесно взаимосвязаны между собой, то трудно предсказать, как они будут влиять друг на друга и в конечном итоге на деятельность предприятия.

Подобные вопросы адресуются инженерам-технологам и инженерам-экологам. Они выполняют работы по проектированию новых производств, оценке эффективности и модернизации существующих установок, их экологической безопасности, ориентируясь на поставленные перед ними бизнес - цели. Одного лишь опыта недостаточно, чтобы решить эти задачи – использование метода «проб и ошибок» приводит к дополнительным затратам и непредсказуемым последствиям. Чтобы избежать потери качества продукции, остановки технологического процесса и простоя оборудования, нужны эффективные инструменты для своевременного выявления и исправления возможных проблем.

Программный пакет SuperPro Designer помогает решать критические инженерные, производственные и экологические проблемы, возникающие в ходе жизненного цикла процесса, такие как проектирование новых процессов, оптимизация всего технологического процесса. Средства моделирования, заложенные в SuperPro Designer, позволяют инженерам предсказывать поведение установки. К таким средствам относятся: расчёт материальных и энергетических балансов, а также расчёт реакторов с учётом кинетики протекающих в них реакций. Используя строгие модели аппаратов, инженеры могут с большой точностью смоделировать поведение реальной установки.

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ В ПРОГРАММЕ SUPER PRO DESIGNER

## 1.1. Начало работы в программе SuperPro Designer

Для начала работы с программой **SuperPro Designer** необходимо щелкнуть по иконке программы на рабочем столе компьютера или выбрать соответствующий пункт меню «программы» Windows, нажав кнопку «ПУСК».



В появившемся диалоговом окне необходимо выбрать соответствующий пункт. Если вы раньше не работали с программой и у вас нет сохраненных проектов, выберите ☐ **Start a New Flowsheet** и нажмите мышкой кнопку «**Ок**». Если вы хотите работать с последним проектом, то выберите ☐ **Open Your Last Flowsheet**. Если же вы хотите работать с любым другим проектом или выбрать его позднее, то необходимо выбрать ☐ **Open Another Flowsheet** или ☐ **Will Choose Later** соответственно.

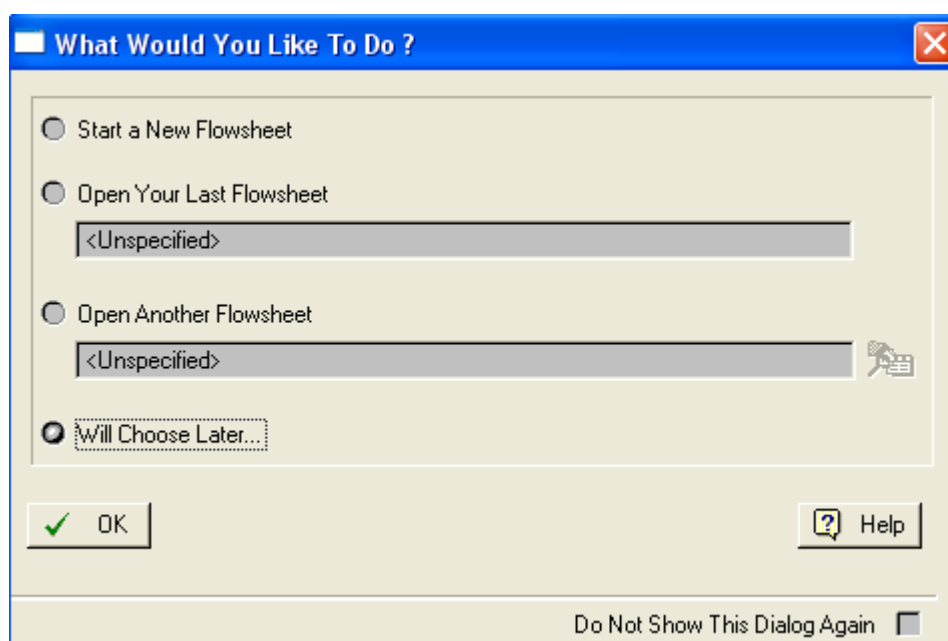


Рис. 1. Диалоговое окно начала работы с проектом

В зависимости от того, как вы намереваетесь осуществлять процесс, вы можете выбрать периодический (☐ **Batch**) или непрерывный (☐ **Continuous**) рабочий режим (рис. 2). На крупных заводах (предприятие по выпуску минеральных удобрений) все производственные операции

непрерывны. Для большинства небольших предприятий (мойка автомобилей) все операции периодические. В некоторых случаях имеются смешанные процессы. В таких производствах некоторые производственные операции осуществляют периодически (циклический режим), где есть время остановки, в то время как другие операции выполняются непрерывно. Как правило, режим, в котором вы производите свой целевой продукт, продиктует выбор для режима работы установки. Если рабочий режим установлен как непрерывный, то данные планирования не требуются на уровне операции, процедуры или процесса и «график Ганта», «диаграмма загрузки оборудования» и «диаграмма, следящая за ресурсом», не являются активными в меню.

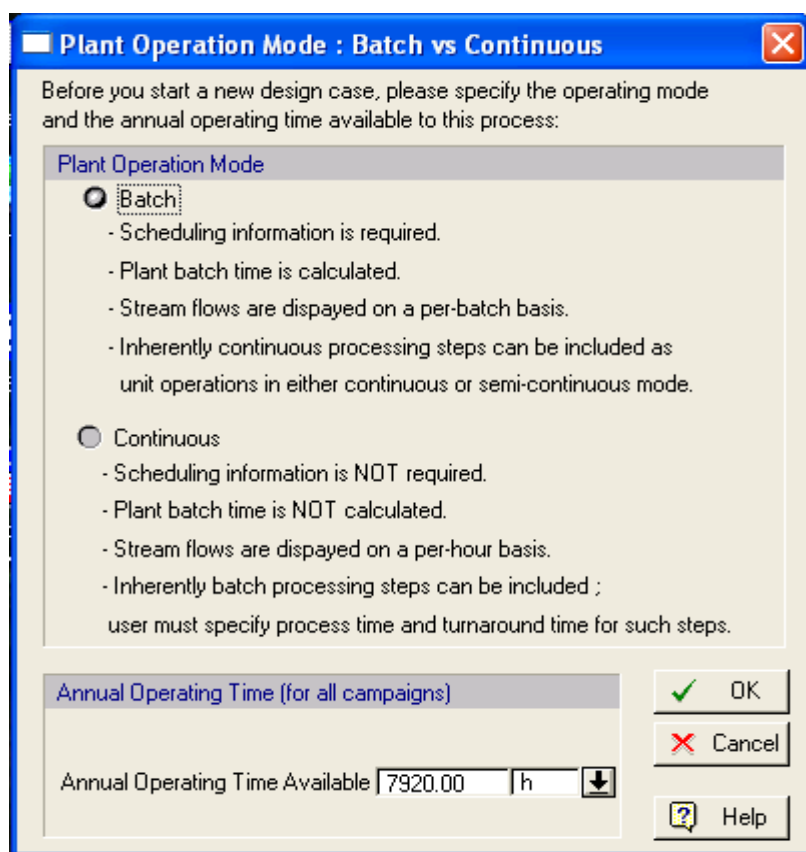


Рис. 2. Диалоговое окно выбора рабочего режима моделируемого процесса

### **Plant Operation Mode:Batch vs Continuous**

Из диалогового окна выбора рабочего режима моделируемого процесса **Plant Operation Mode:Batch vs Continuous** вы можете определить:

- рабочий режим для процесса (**Plant Operation Mode**);

- ежегодное рабочее время, доступное для этого процесса (**Annual Operating Time (for all campaign)**)).

Ежегодное рабочее время - полное время, распределенное для всего оборудования, используемого в этом процессе, чтобы выполнить операции, требуемые процессом. Для заводов, работающих в непрерывном режиме, это время между планово-предупредительными ремонтами. Для периодически работающих установок это время отражает количество времени, которое необходимо для выполнения процесса, описанного в текущей технологической схеме. Если соображение годового выпуска продукции играет важную роль, вы должны быть осторожны в определении этого параметра, поскольку эта величина определяет число периодов, которые можно осуществить ежегодно.

## 1.2. Регистрация компонентов при моделировании в программе SuperPro Designer

Для того чтобы осуществить моделирование процесса, необходимо зарегистрировать все компоненты, которые являются исходными веществами, участвующими в реакциях, выступают в качестве промежуточных продуктов и образуются в качестве конечных продуктов и жидких, твердых или газообразных отходов.

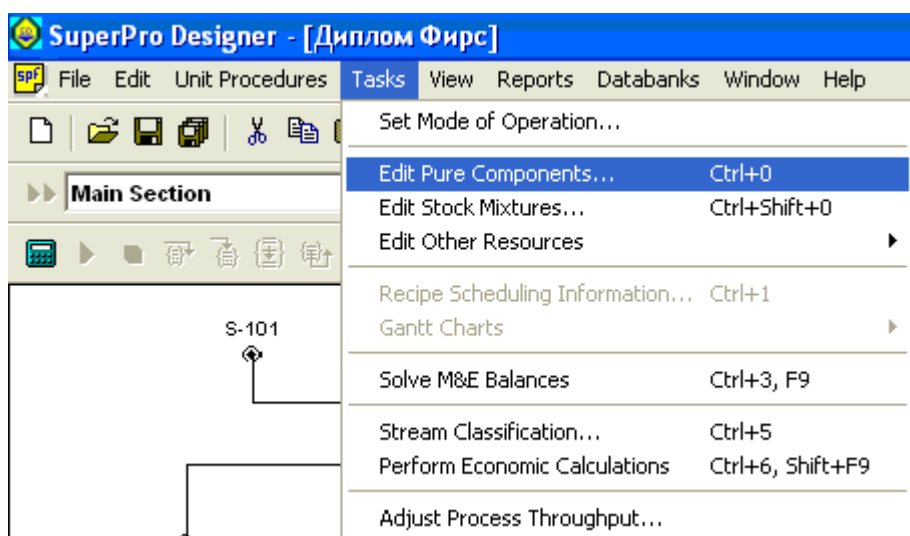


Рис. 3. Меню регистрации чистых компонентов (**Edit Pure Components...**)

Для регистрации компонентов необходимо выбрать в главном меню **Tasks** подменю **Edit Pure Components...**, как это представлено на рисунке 3. В результате выполненных действий появится диалоговое окно **Register / Edit Pure Components...** в соответствии с рисунком 4.

Диалоговое окно регистрации, редактирования существующих в базе и новых компонентов состоит из двух частей (рис. 4). В левой части диалогового окна регистрации, редактирования чистых компонентов (**Register / Edit Pure Components...**) находится список чистых компонентов в базе данных программы (**Pure Components in Database**). В верхней левой части диалогового окна расположено окно выпадающего списка **Source DB**, представляющее собой список баз данных компонентов программы. В этом списке существует 3 базы. Первая база **Designer** является основной и содержит большую часть компонентов и их свойств. Основную базу данных (**Designer**) нельзя редактировать и удалять из нее компоненты. Две другие базы компонентов из списка **Source DB** (**User** и **DipPR**) являются пользовательскими, и компоненты в этих базах можно редактировать и удалять.

В правой части диалогового окна **Register / Edit Pure Components...** приводится список уже зарегистрированных компонентов (**Registered Pure Component**). Если вы только начали работать над проектом, то там уже есть зарегистрированные компоненты: азот (**Nitrogen**), кислород (**Oxygen**) и вода (**Water**). Они всегда присутствуют в списке зарегистрированных компонентов и их нельзя удалять!

Чтобы зарегистрировать компонент из основной базы (**Designer**), необходимо из списка выбрать компонент, который является сырьем или продуктом реакции, или в латинском алфавите набрать первые буквы компонента. После того, как компонент выбран в окне списка, необходимо нажать на кнопку **Register**. В результате этих действий в списке зарегистрированных компонентов (**Registered Pure Component**) появится

выбранный вами компонент. Подобные действия необходимо повторить над всеми компонентами, участвующими в моделируемом процессе.

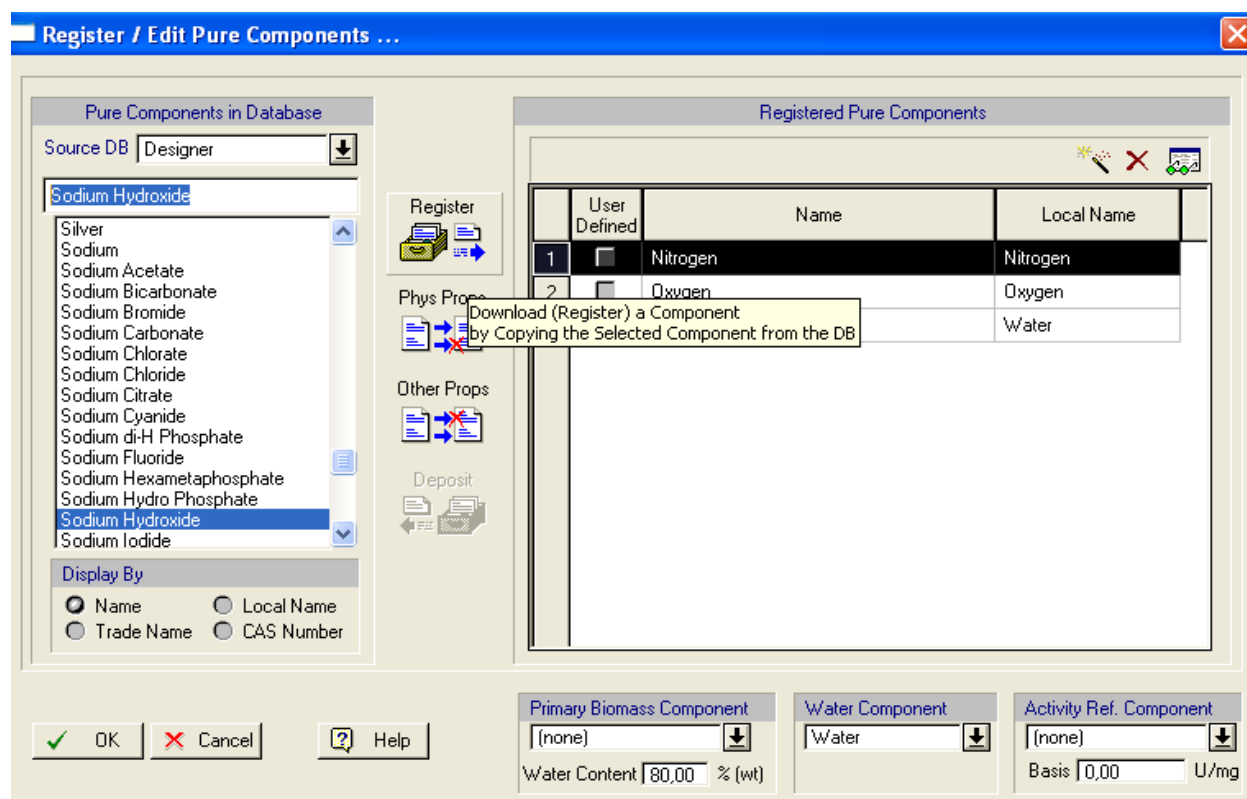


Рис. 4. Диалоговое окно регистрации, редактирования (**Register / Edit Pure Components...**) существующих в базе и новых компонентов

### 1.3. Регистрация новых компонентов при моделировании в программе SuperPro Designer

Если в окне списка **Pure Components in Database** диалогового окна **Register / Edit Pure Components...** вы не находите необходимого вам компонента, нужно его зарегистрировать самым щелкнув мышкой по иконке



**Add a New Component** (рис. 5).

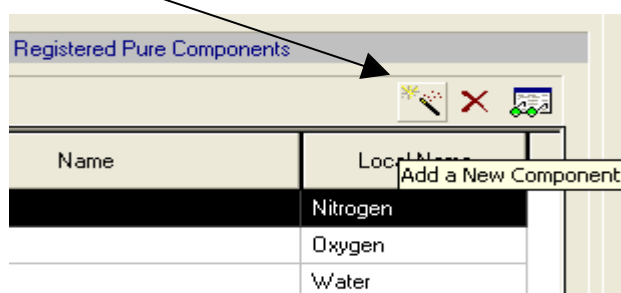


Рис. 5. Иконка **Add a New Component** над полем списка зарегистрированных чистых компонентов (**Registered Pure Component**)



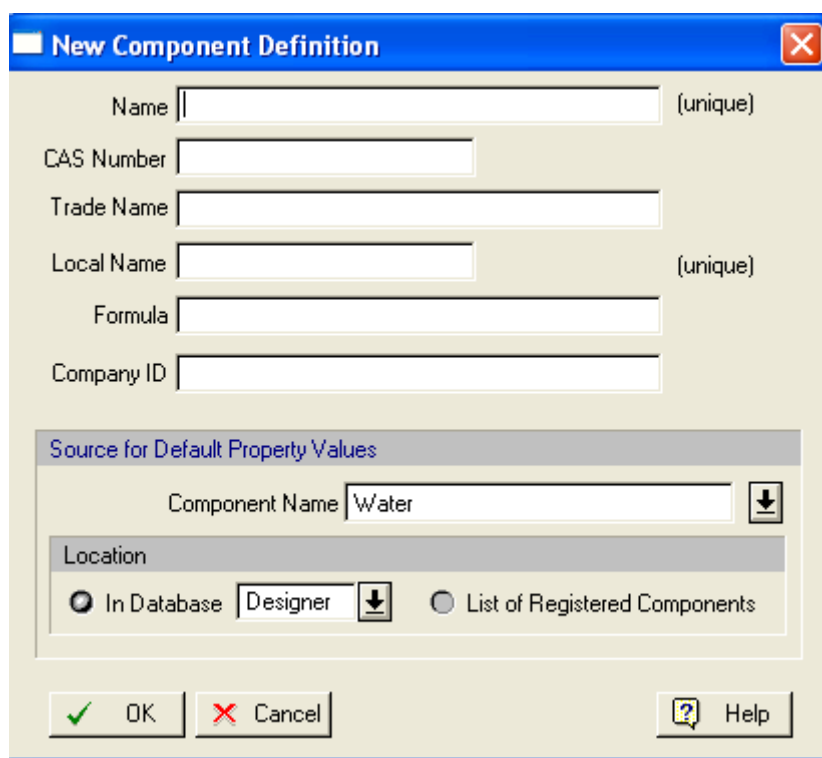


Рис. 6. Диалоговое окно наименований нового компонента (**New Component Definition**)

В результате выполненных действий должно появиться диалоговое окно наименований нового компонента (**New Component Definition**) (рис. 6). Вы должны заполнить шесть областей этого диалогового окна (**New Component Definition**) (их нельзя оставить незаполненными!). Название (**Name**), номер CAS (**CAS Number**), торговая марка (**Trade Name**) и локальное имя (**Local name**) должны быть уникальными для чистых компонентов и готовых смесей. После внесения данных необходимо нажать кнопку **OK**. Верхняя часть диалогового окна (**New Component Definition**) связана с инициализацией величин свойств нового компонента. Если вы оставите в нижней части диалогового окна (**New Component Definition**) в разделе **Source for Default Property Values**, в окне выпадающего списка **Component Name** пустое пространство, то все свойства нового компонента при инициализации будут равны нулю. Вы должны это делать крайне осторожно, так как нулевое значение свойств, при расчете модели оборудования, может привести к краху вычислений. Система не принимает величин, которые равны нулю (например, молекулярный вес) и заставит вас изменить их.

Если вы хотите копировать во вновь создаваемый компонент свойства компонента, который уже имеется в базе данных программы, то вы можете выбрать его в окне выпадающего списка **Component Name**. Например, если ваш новый компонент по свойствам близок к воде, то вы можете выбрать в нижней части диалогового окна **New Component Definition** в разделе **Source for Default Property Values**, в окне выпадающего списка **Component Name** текущий компонент «**Water**», как источник для свойств компонента. В дальнейшем эти свойства вы можете отредактировать, нажав в диалоговом окне **Register / Edit Pure Components...** на иконку **View/Edit the Selected Component Properties**, чтобы внести изменения (рис. 7). Вы можете копировать свойства компонента используя компоненты из основной базы данных **Designer** или пользовательской базы данных **User**.

Официальное название (**Name**) чистого компонента вводится, когда компонент регистрируется в проекте или базе данных программы, и не может быть отредактировано. Названием может быть строка длиной в 31 знак.

Торговая марка (**Trade Name**) чистого компонента - это название, под которым это вещество широко известно на торговом рынке. Торговая марка вводится, когда компонент регистрируется в этом проекте или базе данных, но может быть изменена позже. Однако название торговой марки должно быть уникально. Названием торговой марки может быть строка длиной в 31 знак.

Брутто-формула (**Formula**) чистого компонента вводится, когда компонент регистрируется в проекте или базе данных программы и может быть изменена позже. Уникальность для брутто-формулы не требуется. Брутто-формулой может быть строка длиной в 31 знак.

Химический абстрактный порядковый номер (номер CAS)  
(**Chemical Abstract Serial Number (CAS Number)**)

Номер CAS вводится, когда компонент регистрируется в проекте или базе данных и может быть изменен позже. Уникальность для номера CAS