

**ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ  
В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

Верховский И.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: via@tpu.ru

**VIRTUAL LABORATORY  
VIRTUAL LAB AT THE TECHNICAL UNIVERSITY**

Verkhovsky I.A.

National Research Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: via@tpu.ru

***Annotation.** The article deals with actuality and features of virtual laboratory work development in technical university. A content of the virtual laboratory work and stages of working with virtual 3D model were described. A laboratory work in microbiology was taken as an example.*

Неотъемлемой частью учебного плана технических дисциплин являются лабораторные работы. В соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами нового поколения резко возрастает доля самостоятельной работы студентов. А виртуальные лабораторные работы, в свою очередь, дают студентам возможность самостоятельной работы. Основное преимущество виртуальных лабораторных работ заключается в их доступности. Для очного образования виртуальные лабораторные работы могут использоваться в качестве ознакомительного материала, тренировки перед работой с реальными лабораторными установками. Специфика дистанционного образования делает работу с реальными лабораторными установками невозможной или затруднительной, поэтому единственным оптимальным выходом являются виртуальные лабораторные работы.

Для максимально возможной имитации реальной лабораторной установки разработка включает в себя видео съемку всей работы, фотографирование и последующее 3д моделирование установки и происходящих процессов. Виртуальная лабораторная работа состоит из теоретического и контролирующего материалов и виртуальной лабораторной установки. В виртуальной лабораторной установке присутствуют методические указания к выполнению, справочная информация, информация о разработчиках и сама виртуальная лабораторная установка.

Работа с виртуальной лабораторной установкой делится на несколько этапов. Каждая работа индивидуальна и этапы работ могут существенно отличаться, но в общих чертах можно выделить следующие:

- Вступительный этап. На данном этапе происходит осмотр установки.
- Этап подготовки установки к работе. На данном этапе может осуществляться включение установки, приготовления растворов, калибровка и т.д.

- Этап работы установки. На данном этапе происходит смешивание растворов, взвешивание, измерение параметров и т.д.
- Этап обработки результатов. На данном этапе происходит выявление зависимостей, построение графиков и т.д.
- Заключительный этап. На данном этапе происходит вывод всех необходимых данных для заполнения отчета по лабораторной работе.

В качестве примера рассмотрим виртуальную лабораторную работу “Микрофлора воды. Определение химического и биологического потребления кислорода” по дисциплине “Основы микробиологии и биотехнологии”. На нулевом этапе мы видим внешний вид лабораторной установки. (Рис.1)



Рис.1. Нулевой этап

На первом этапе необходимо осуществить действия для подготовки пробы воды. (Рис.2) На втором этапе погружаем подготовленную пробу воды в установку и осуществляем нагрев. (Рис.3)

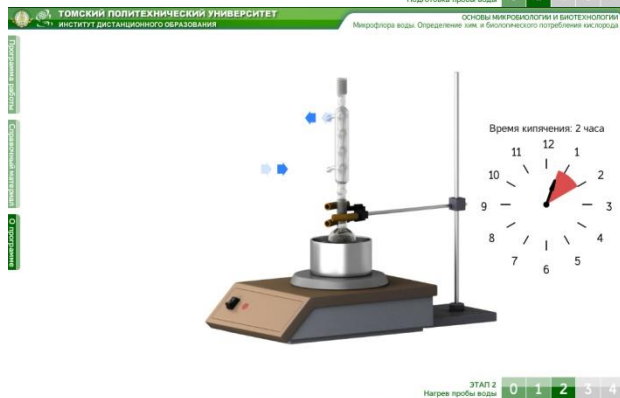



Рис.2. Первый этап

Рис.3. Второй этап

На третьем этапе происходит титрование. (Рис.4) И в заключительном, четвертом этапе выводятся расчетные формулы с пояснениями. (Рис.5)

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИИ И ВИТЕХНОЛОГИИ  
Микрофлора воды. Определение лим. и биологического потребления кислорода



ЭТАП 3  
Титрование

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИИ И ВИТЕХНОЛОГИИ  
Микрофлора воды. Определение лим. и биологического потребления кислорода

**Массовая концентрация растворенного в воде кислорода**  
$$C_x = 8,0 \cdot C_T \cdot V_T \cdot V \cdot 1000 / (50 \cdot (V - V_1))$$

$C_x$  – массовая концентрация растворенного кислорода в анализируемой пробе воды, мг/дм<sup>3</sup>;  
 $C_T$  – концентрация раствора титрующего раствора, моль/дм<sup>3</sup>;  
 $V_T$  – объем раствора титрующего раствора, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;  
 $V$  – вместимость кислородной склянки, см<sup>3</sup>;  
 $V_1$  – суммарный объем растворов хлорида марганца и иодида калия, добавленных в склянку при фиксации растворенного кислорода, см<sup>3</sup>;  
8,0 – масса миллиграмм-эквивалента кислорода, мг

**Величина ХПК (бихроматной окисляемости)**  
$$C_x = 8,0 \cdot (V_{Mx} - V_n) \cdot C_M \cdot 1000 / V$$

$C_x$  – величина ХПК (бихроматной окисляемости) O<sub>2</sub>, мг/дм<sup>3</sup>;  
 $V_{Mx}$  – объем раствора соли Мора, израсходованной на титрование в холостом опыте, см<sup>3</sup>;  
 $V_n$  – объем раствора соли Мора, израсходованной на титрование пробы воды, см<sup>3</sup>;  
 $C_M$  – концентрация раствора соли Мора, моль/дм<sup>3</sup>;  
8,0 – масса миллиграмм-эквивалента кислорода, мг

ЭТАП 4  
Расчетные формулы

Рис.4. Третий этап

Рис.5. Четвертый этап