



# *Теоретическое и практическое руководство по дисциплине "Поверхностные явления и дисперсные системы"*

---

ПРЕЗЕНТАЦИЯ

**Малышева Жанна  
Николаевна**

**канд. хим. наук, доцент**

*phanchem@vstu.ru*

Волгоград, 2009

Волгоградский государственный  
технический университет

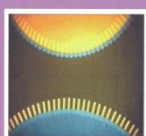
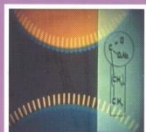
Ж. Н. МАЛЫШЕВА, И. А. НОВАКОВ



ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ

И ПРАКТИЧЕСКОЕ

РУКОВОДСТВО



по дисциплине

“ПОВЕРХНОСТНЫЕ

ЯВЛЕНИЯ

И ДИСПЕРСНЫЕ

СИСТЕМЫ”



Ж. Н. Малышева, И. А. Новаков



*Теоретическое и  
практическое руководство  
по дисциплине  
“Поверхностные явления и  
дисперсные системы”*

Учебное пособие

Допущено учебно-методическим объединением  
по образованию в области химической технологии и  
биотехнологии в качестве учебного пособия для студентов  
высших учебных заведений, обучающихся по химико-  
технологическим направлениям подготовки  
**дипломированных специалистов**

Волгоградский государственный  
технический университет



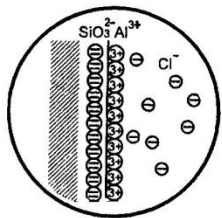
# Оглавление

□	<b>Введение.....</b>	<b>9</b>
□	<b>Глава 1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
□	<b>ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ".....</b>	<b>11</b>
□	<b>Глава 2. ОБРАЗОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>25</b>
□	<b>Глава 3. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....</b>	<b>49</b>
□	<b>Глава 4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>136</b>
□	<b>Глава 5. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>173</b>
□	<b>Глава 6. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>197</b>
□	<b>Глава 7. УСТОЙЧИВОСТЬ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>220</b>
□	<b>Глава 8. ЛИОФИЛЬНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>260</b>
□	<b>Глава 9. СТРУКТУРНО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>278</b>
□	<b>Глава 10. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>295</b>
□	<b>Список рекомендуемой литературы.....</b>	<b>326</b>
□	<b>Приложение А. Правила по технике безопасности.....</b>	<b>328</b>
□	<b>Приложение Б. Учебно-методический комплекс на ЭВМ по дисциплине</b>	
□	<b>Поверхностные явления и дисперсные системы.....</b>	<b>329</b>
□	<b>Приложение В. Важнейшие физико-химические константы.....</b>	<b>332</b>



# Пример структуры главы

## Глава 4: начальная страница



В дисперсных системах кроме компонентов, составляющих дисперсную фазу и дисперсионную среду, часто присутствует электролит как продукт химической реакции или как непрореагировавший избыток исходных веществ. На границе твердая поверхность–жидкость происходит адсорбция ионов электролита, сопровождающаяся перераспределением зарядов между фазами, поскольку ионы представляют из себя частицы, несущие электрический заряд. В результате такого перераспределения на границе раздела фаз возникают два слоя противоположных зарядов, получивших название *двойного электрического слоя* (ДЭС). Важнейшие свойства дисперсных систем тесно связаны с существованием ДЭС.

Познакомимся с различными случаями возникновения двойного электрического слоя.

### 4.1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ (ДЭС)

Как известно из электрохимии, равновесие в системе, в которой контактирующие фазы имеют разные электрические потенциалы  $\phi$ , определяется условием равенства электрохимических потенциалов  $\bar{\mu}_i$ , связанных с их химическими потенциалами  $\mu_i$  соотношением

$$\bar{\mu}_i = \mu_i + ZF\phi, \quad (4.1)$$

где  $Z$  – валентность иона;

$F$  – число Фарадея.

Для заряженных частиц электрохимический потенциал имеет две составляющие – химическую и электрическую, для незаряженных он равен химическому потенциалу.

Химический потенциал данного компонента в разных фазах в общем случае имеет различные значения:

$$\mu_i^{(I)} \neq \mu_i^{(II)}. \quad (4.2)$$

При контакте двух фаз на границе раздела происходит самопроизвольный переход компонентов из фазы с более высоким значением химического потенциала в фазу с меньшим значением  $\mu$ . Переход осуществляется до установления состояния равновесия, характеризующегося равенством химических потенциалов в обеих фазах:

$$\mu_i^{(I)} = \mu_i^{(II)}. \quad (4.3)$$

Для ионов при равновесии фазы будут заряжены разноименно, возникает ДЭС и равновесный потенциал между двумя фазами. В зависимости от условий может происходить переход ионов из раствора в поверхностный слой – *адсорбция* или из твердой фазы в раствор – *поверхностная диссоциация*. В первом случае ДЭС называется *адсорбционным*, во втором – образованным за счет *поверхностной диссоциации*.

Для примера рассмотрим твердую поверхность AgI, находящуюся в контакте с раствором KI. Ионы йода являются общими для обеих фаз.

1. Если  $\mu_{I^{2-}}^{P.P} > \mu_{I^{2-}}^{T.F}$ , то ионы йода будут переходить из раствора и достраивать кристаллическую решетку твердой фазы до установления равновесия, характеризующегося равенством (4.3). При этом AgI приобретает отрицательный заряд, а избыточные катионы  $K^+$  под действием электростатических сил окажутся притянутыми к твердой поверхности, образуя внешнюю обкладку ДЭС. Внутреннюю обкладку составляют адсорбированные ионы I. Они называются *потенциалопределяющими*, а ионы  $K^+$  – *противоионами*. Адсорбция ионов йода специфическая, она возможна потому, что ионы йода достраивают кристаллическую решетку твердой фазы в соответствии с правилом Фаянса:

на поверхности твердой фазы адсорбируются те ионы, которые входят в состав этой фазы, или изоморфны с ними.

ДЭС будет иметь строение, представленное на рис. 4.1, а.

2. Если  $\mu_{I^{2-}}^{P.P} < \mu_{I^{2-}}^{T.F}$ , то ионы I будут переходить в раствор за счет поверхностной диссоциации ионов кристаллической решетки и образовывать у поверхности внешнюю обкладку ДЭС. Это возможно тогда, когда концентрация анионов I в растворе будет мала,

# Лабораторная работа



кость, которая будет подниматься вверх. По мере того, как уровень золя в левой части будет понижаться, необходимо приливать порции золя при закрытом кране 1. Заполнение следует закончить, когда концы агар-агаровых сифонов будут погружены в боковую жидкость, уровень которой станет немного выше (на 0,5–1,0 см) уровня раствора  $\text{CuSO}_4$ . Кран закрыть. При правильной работе граница золь – боковая жидкость получается очень четкой. Отметить начальный уровень золя в левом и правом коленах по шкале линейки. Включить источник тока и наблюдать за передвижением границ золя в течение 15–20 мин. По истечении времени электрофореза выключить секундомер и отметить конечный уровень золя в обоих коленах. Вычислить перемещение золя в правом  $l_1$  и левом  $l_2$  коленах и определить путь, пройденный частицами золя  $S$ . Он является средним арифметическим величин перемещения границы золя в каждом колене:  $S = (l_1 + l_2) / 2$ .

Во время опыта необходимо следить за постоянством напряжения по вольтметру, включенному параллельно с электродами. После окончания опыта, прежде чем выключить ток, записать его напряжение и определить полярности электродов. Сделать вывод о знаке заряда частиц золя.

С помощью гибкой проволоки измерить длину жидкого проводника, которым является расстояние  $L$  между концами агар-агаровых сифонов. Все результаты записать в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Время электрофореза $t$ , с	Начальный уровень золя		Конечный уровень золя		Перемещение		Напряжение $E$ , В	Расстояние между концами сифонов $L$ , см
	Левое колено	Правое колено	Левое колено	Правое колено	Левое колено $l_1$ , мм	Правое колено $l_2$ , мм		

## Обработка результатов

По результатам эксперимента вычисляют электрокинетический потенциал по уравнению (4.47):

$$\xi = \frac{\eta \cdot v_0}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot H},$$

где  $\eta$  – вязкость дисперсионной среды, для воды  $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>;  
 $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость дисперсионной среды (для воды  $\varepsilon = 81$ );  
 $\varepsilon_0$  – электрическая константа, равная  $8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;

$v_0$  – линейная скорость движения частиц золя за время электрофореза  $\tau$  ( $v_0 = S/\tau$ , м/с);

$H$  – напряженность электрического поля:  $H = E/L$ , В/м.

## Содержание отчета

Отчет составляют с выводами, обобщающими экспериментальные данные. В отчете кратко описывают методику измерения скорости электрофореза, дают схему прибора, записывают формулу мицеллы. Приводят расчеты электрокинетического потенциала, делают вывод о влиянии концентрации и заряда противоионов на электрокинетический потенциал.

## 4.12. Лабораторная работа № 7

### "ЭЛЕКТРООСМОС"

**Цель работы** | Ознакомиться с электрическими свойствами дисперсных систем, измерить скорость движения жидкости при электроосмосе, рассчитать электрокинетический потенциал.

#### 4.12.1. Содержание работы

1. Приготовить суспензию для получения пористой диафрагмы.
2. Собрать прибор Перрена.
3. Определить объемную скорость электроосмоса.
4. Определить электропроводность дисперсионной среды.
5. Рассчитать электрокинетический потенциал, записать формулы мицеллы для суспензии и привести схему строения капилляров диафрагмы.

#### 4.12.2. Методика проведения эксперимента и обработка результатов

При электроосмосе частицы остаются неподвижными, а перемещается дисперсионная среда. Измеряемой величиной будет объемная скорость движения жидкой фазы  $v_0^V$ .

#### Описание лабораторной установки

Изучение электроосмоса проводится с помощью прибора Перрена, представляющего собой Н-образную трубку (рис. 4.31), снабженную в одном колене капилляром с делениями 1 и краном 2. В средней части трубки 3, собирающейся на шлифе, помещается диафрагма из испытуемого материала. В электрическом поле происходит перемещение жидкости через диафрагму, которое наблюдается при помощи капилляра.



Для успешного проведения эксперимента важно получить хорошую диафрагму, представляющую собой слой порошка, через который проходит жидкость. Для этого нужно приготовить суспензию исследуемого порошкообразного вещества ( $Al_2O_3$ ,  $CaCO_3$ ,  $SiO_2$ ). Навеску порошка в количестве 20 г перемешать с 200–300 мл дистиллированной воды и выдержать 15–20 мин до наступления адсорбционного равновесия. Затем верхний слой дисперсионной среды слить, смесь уплотнить отсасыванием под водоструйным насосом. Полученной пастой набить среднюю часть трубки. Жидкость отфильтровать, часть ее использовать для измерения электропроводности, часть – для заполнения прибора. Заполнение ячейки проводить таким образом, чтобы в ней не оставалось пузырьков воздуха. После заполнения ячейку закрепить в штативе. Концы агар-агаровых сифонов погрузить в стаканчики с 1 н раствором  $CuSO_4$ . В стаканчики опустить медные электроды, соединенные через миллиамперметр и переключатели с источником постоянного тока "В" (выпрямителем). После установления равновесия (через 10 мин) начинать измерения.

Включить выпрямитель, установив силу тока 10–20 мА. Величина силы тока должна во время опыта остаться постоянной. Отметить время по секундомеру и уровень жидкости в горизонтально расположенном капилляре. Дисперсионная среда начинает двигаться к тому или другому полюсу, что можно заметить по движению мениска жидкости в капилляре. Найти смещение жидкости за время, равное 1–2 минутам. Измерив движение жидкости в одну сторону по капилляру, изменить полярности электродов с помощью переключателя 4. После этого провести измерение при движении жидкости

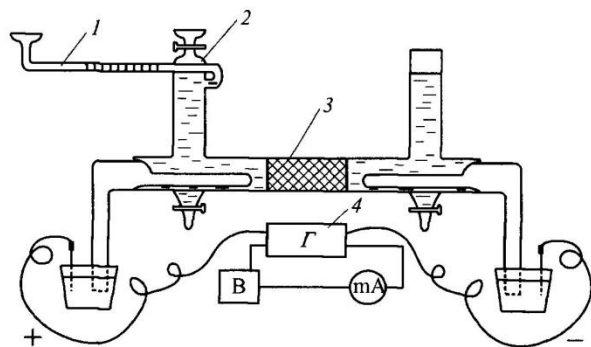


Рис. 4.31. Прибор Перрена для измерения скорости электроосмоса

в обратную сторону. Изменение направления тока, проходящего через ячейку, нужно для определения истинного электроосмотического эффекта, так как движение жидкости в капилляре может происходить, помимо электроосмоса, за счет других сил (смачивание, тепловое расширение, гидростатическое давление и т. д.). Все эти силы обычно помогают движению жидкости в одном направлении. Поэтому истинным смещением уровня жидкости в капилляре является среднее из смещений, наблюдаемых при прямом и обратном направлении тока. Измерения необходимо проводить до получения воспроизводимых результатов, которые записывают в табл. 4.2. В таблице  $K$  – калибровочный коэффициент, показывающий количество жидкости ( $м^3$ ), соответствующее 1 мм капилляра. Для данного капилляра  $K = 10^{-9}$ . Зная к какому полюсу двигалась жидкость, определить заряд противоположного диффузного слоя, найти строение ДЭС в капиллярах диафрагмы и записать формулу мицеллы суспензии.

Таблица 4.2

Время протекания жидкости, $\tau$ , с	Смещение жидкости в капилляре $S$ , мм	Объем протекшей жидкости $V$ ( $V=K \cdot S$ ), $м^3$	Сила тока $I$ , А	Удельная электропроводность раствора $\chi$ , $Ом^{-1} \cdot м^{-1}$

#### Обработка результатов

Рассчитывают электрический потенциал по уравнению (4.48)

$$\xi = \frac{\eta}{\epsilon \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{v_0' \cdot \chi}{I},$$

где  $I$  – сила тока, А;

$v_0'$  – объемная скорость движения жидкости при электроосмосе:

$$v_0' = V/\tau, м^3/с;$$

$\chi$  – удельная электропроводность среды,  $Ом^{-1} \cdot м^{-1}$ ;

$\eta$  – вязкость дисперсионной среды,  
(для водных суспензий  $\eta = 1 \cdot 10^{-3} Н \cdot с/м^2$ );

$\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость дисперсионной среды,  
(для водных суспензий  $\epsilon = 81$ );

$\epsilon_0$  – электрическая константа, равная  $8,85 \cdot 10^{-12} Ф/м$ .

Для нахождения удельной электропроводности дисперсионной среды необходимо измерить сопротивление  $0,01$  н раствора  $R_{KCl}$  и

# Вопросы и задачи



сопротивление отфильтрованной дисперсионной среды  $R_x$ . Пользуясь формулой

$$\chi_x = \chi_{\text{КСЛ}} \cdot \frac{R_{\text{КСЛ}}}{R_x}, \quad (4.53)$$

определить удельную электропроводность дисперсионной среды  $\chi_x$ . Значения  $\chi$  для КСЛ при различных температурах приводятся в прил., табл. В.2.

## Содержание отчета

Отчет составляют с выводами, обобщающими экспериментальные данные. В отчете кратко описывают методику измерения скорости электроосмоса и рассчитывают электрокинетический потенциал. Дают схему прибора, определяют знак противоионов, записывают формулу мицеллы исходной суспензии и приводят схему строения капилляров диафрагмы.

### 4.12.3. Вопросы и задачи к лабораторным работам № 6 и 7

#### Перечень контрольных вопросов

1. Возникновение ДЭС на границе раздела фаз.
2. Адсорбционная способность ионов.
3. Уравнение Липпмана.
4. Уравнение Больцмана-Пуассона.
5. Теории строения ДЭС. Плотная и диффузная часть ДЭС.
6. Полный и электрокинетический потенциал.
7. Эффективная толщина диффузного слоя.
8. Влияние концентрации электролита на  $\xi$ -потенциал (общий случай).
9. Влияние заряда и радиуса ионов электролита на  $\xi$ -потенциал.
10. Влияние индифферентных электролитов на  $\xi$ -потенциал.
11. Влияние неиндифферентных электролитов на  $\xi$ -потенциал.
12. Строение мицеллы.
13. Прямые электрокинетические явления.
14. Обратные электрокинетические явления.
15. Уравнения для  $\xi$ -потенциала при электрофорезе и электроосмосе.
16.  $\xi$ -потенциал в обратных электрокинетических явлениях.
17. Практическое значение электрокинетических явлений.

#### Задачи

1. Найдите величину  $\xi$ -потенциала на границе кварцевое стекло – водный раствор хлористого калия. Процесс электроосмоса характеризуется следующими данными: сила тока  $I = 4,5 \cdot 10^{-4}$  А; вре-

мя переноса  $0,01 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup> раствора  $\tau = 50,4$  с; удельная электропроводность среды  $\chi = 1,6 \cdot 10^{-7}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>; вязкость  $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>; диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 81$ ; электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

2. При какой силе тока в процессе электроосмотического движения водного раствора хлористого калия через мембрану полистирола его объемная скорость будет равна  $v_0^v = 5,5 \cdot 10^{-10}$  м<sup>3</sup>/с? Удельная электропроводность среды  $\chi = 9 \cdot 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>; вязкость  $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>; диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 81$ ; электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м. Величина  $\xi$ -потенциала равна  $10 \cdot 10^{-3}$  В.

3. Найдите объемную скорость электроосмоса, наблюдаемого в системе водный раствор хлористого калия – мембрана из полистирола, окрашенной жировым коричневым красителем,  $\xi$ -потенциал равен  $6 \cdot 10^{-3}$  В; сила тока  $I = 7 \cdot 10^{-3}$  А; удельная электропроводность  $\chi = 9 \cdot 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>; вязкость  $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>; диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 81$ ; электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

4. Вычислите величину потенциала течения  $E_T$  на границе кварцевая диафрагма – водный раствор хлористого натрия, используя следующие экспериментальные данные: давление, при котором жидкость продавливается через диафрагму  $P = 200$  н/м<sup>2</sup>; электрокинетический потенциал равен  $0,12$  В; диэлектрическая проницаемость среды  $\epsilon = 81$ ; электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м; вязкость среды  $1 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>; удельная электропроводность  $\chi = 8,0 \cdot 10^{-3}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>.

5. Пузырек водорода перемещается к аноду со скоростью  $8,4 \cdot 10^{-6}$  м/с при градиенте внешнего поля  $100$  В/м. Определить электрокинетический потенциал на границе водород – вода, если диэлектрическая проницаемость воды  $\epsilon = 81$ ; температура опыта  $30$  °С. Вязкость воды при этой температуре  $\eta = 8 \cdot 10^{-4}$  Н·с/м<sup>2</sup>; электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

6. Определите при каком падении напряжения измерился  $\xi$ -потенциал золя, если он оказался равным  $0,073$  В. Частицы перемещались со скоростью  $14,32 \cdot 10^{-6}$  м/с. Вязкость среды  $\eta = 1,17 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>, ее диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 81,1$ , электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м, длина жидкого проводника  $L = 0,35$  м.

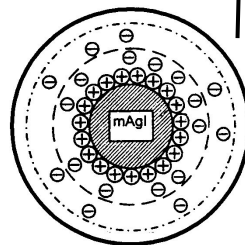
7. Вычислите величину потенциала течения  $E_T$ , если через пленку коллодия продавливается водный раствор хлористого калия при давлении в системе  $20 \cdot 10^3$  Н/м<sup>2</sup>. Удельная электропроводность среды  $\chi = 1,3 \cdot 10^{-2}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>; вязкость  $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$  Н·с/м<sup>2</sup>; электрокинетический потенциал  $\xi = 6 \cdot 10^{-3}$  В; диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 81$ ; электрическая константа  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.



На начальной  
странице каждой  
главы приведены  
рисунки,  
иллюстрирующие  
ее основное  
содержание

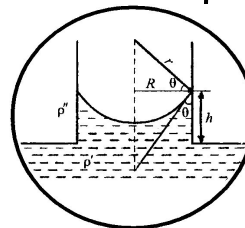
Глава 2

ОБРАЗОВАНИЕ  
ИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ



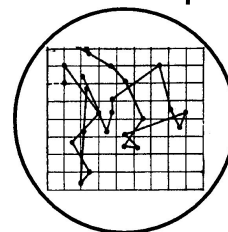
Глава 3

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ



Глава 5

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ





# Приложения



## Приложение А

### ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Работа в лаборатории "Поверхностные явления и дисперсные системы" требует выполнения правил по технике безопасности, общих для химических лабораторий.

#### До начала работы необходимо:

- 1) получить инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале;
- 2) изучить физико-химические свойства веществ, устройство и назначение установки, приготовить рабочий журнал;
- 3) надеть халат, без халата работа в лаборатории запрещается.

#### Во время работы:

- 1) выполнять только свою работу;
- 2) не пробовать никаких реактивов на вкус, нюхать вещества можно, лишь направляя к себе пары движением руки;
- 3) все пролитое и просыпанное тотчас же убирать;
- 4) не производить никаких опытов в нечистой посуде; помните, что загрязнения могут привести к разрушению дисперсной системы и к невозможности выполнения работы;
- 5) при работе с электроприборами и установками запрещается оставлять их включенными без присмотра;
- 6) включение и выключение вилок в розетки нужно производить сухими руками, не допуская перекручивания электрошнуров;
- 7) при обращении с химической посудой стараться не разбить ее и не допустить попадание осколков на руки, а тем более в глаза.

#### После окончания работы:

- 1) выключить установку или прибор;
- 2) тщательно вымыть посуду и убрать свое рабочее место;
- 3) показать преподавателю экспериментальные и, если нужно, расчетные данные, и только после этого покинуть лабораторию.

## Приложение Б

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА ЭВМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ"

Таблица Б.1

#### Расчетные (а) и контрольно-обучающие (б) программы на ЭВМ

а			б		
Расчетные программы			Контрольно-обучающие программы (поливариантные)		
№ лабораторной работы	Тематика	Расчетные показатели	Вид контроля	Содержание	Оценка знаний
2	Адсорбция на границе Ж-Г	$\sigma$ , $\Gamma$ , $K_{\text{Траубе}}$ , $S_0$ , $\delta$ для ПАВ	Операционный (допуск к лабораторным работам)	Вопросы эксперимента и основы теории	Данные ЭВМ + беседа с преподавателем
3	Адсорбция на границе Т-Ж	$\Gamma$ , $S_{\text{уд}}$ адсорбента			
6, 7	Электрофорез Электроосмос	Электрокинетический потенциал	Текущий (коллоквиумы, зачеты)	Вопросы теории и задачи	Данные ЭВМ + результаты лабораторной работы + беседа с преподавателем
8	Дисперсионный анализ методом седиментации	$r_n$ , $\Pi$ , $S_{\text{уд}}$ кривые распределения			
9	Дисперсионный анализ методом турбидиметрии	$\ln D = f(\ln \lambda)$ , $r_{\text{ср}}$ для зольей	Итоговый (экзамен)	Вопросы теории и практики по всем разделам курса	Данные ЭВМ + беседа по усмотрению преподавателя
10	Дисперсионный анализ методом оптической микроскопии	$r_n$ , $r_m$ , $r_s$ , $k_n$ , $\Psi$ , кривые распределения			

Таблица Б.2

**Название тем и лабораторных работ, по которым созданы  
контрольно-обучающие программы**

Темы	Номер и название лабораторной работы
Образование дисперсных систем	№ 1. Получение дисперсных систем № 9. Определение средних размеров частиц в золях
Адсорбционные явления	№ 2. Адсорбция на границе жидкость – газ № 3. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость
Явления смачивания	№ 4. Смачивание и адгезия полимерных материалов № 5. Адсорбционное модифицирование твердой поверхности
Электрокинетические явления	№ 6. Электроосмос № 7. Электрофорез
Дисперсионный анализ	№ 8. Седиментационный анализ суспензий № 10. Дисперсионный анализ эмульсий (суспензий) методом оптической микроскопии
Устойчивость дисперсных систем	№ 11. Коагуляция дисперсных систем электролитами № 12. Кинетика коагуляции дисперсных систем
Лиофильные дисперсные системы	№ 13. Определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ) в растворах ПАВ
Структурно-механические свойства дисперсных систем	№ 14. Исследование вязкости дисперсных систем

Таблица Б.3

**Маршруты выполнения лабораторных работ**

№ маршрута	Номер лабораторных работ								
	1+9	2(4)	3(5)	6+7	8(10)	11(12)	13(14)	15(16)	
I	1+9	2(4)	3(5)	6+7	8(10)	11(12)	13(14)	15(16)	
II	2(4)	3(5)	6+7	8(10)	11(12)	13(14)	15(16)	1+9	
III	3(5)	6+7	8(10)	11(12)	13(14)	15(16)	1+9	2(4)	
IV	6+7	8(10)	11(12)	13(14)	15(16)	1+9	2(4)	3(5)	
V	8(10)	11(12)	13(14)	15(16)	1+9	2(4)	3(5)	6+7	
VI	11(12)	13(14)	15(16)	1+9	2(4)	3(5)	6+7	8(10)	
VII	13(14)	15(16)	1+9	2(4)	3(5)	6+7	8(10)	11(12)	
VIII	15(16)	1+9	2(4)	3(5)	6+7	8(10)	11(12)	13(14)	

Таблица Б.4

**Рейтинговая оценка знаний студентов**

№ темы	1	2	3	4	5	6	7(8)	9*	Σ <sub>max</sub> баллов
№ работы	1+9	2(4)	3(5)	6+7	8(10)	11(12)	13(14)	15(16, 17)	
Допуск, экспериментальное выполнение работы	4 (2+2)	4 (2+2)	4 (2+2)	4 (2+2)	4 (2+2)	4 (2+2)	4 (2+2)	–	28
Теоретическая сдача темы (макс. баллы)	3	3	3	3	3	3	3	–	21
Σ <sub>max</sub> баллов по теме	7	7	7	7	7	7	7	–	49
ОРГ СРС семестровое задание № 1									5
Семестровое задание № 2									6
Общая Σ <sub>max</sub> баллов									60

\* Лабораторные работы выполняются в соответствии с УИРС

Таблица Б.5

**Оценка ответов на экзамене с помощью ЭВМ**

Количество неверных ответов (из 20)	Количество баллов
1	40
2	35
3	30
4	25
5	20
6	15



## Приложение В\*

## ВАЖНЕЙШИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

Таблица В.1

## Поверхностное натяжение воды при различных температурах

$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma, \text{мДж/м}^2$	$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma, \text{мДж/м}^2$
8	74,48	21	72,59
9	74,34	22	72,44
10	74,2	23	72,28
11	74,07	24	72,12
12	73,92	25	71,96
13	73,78	26	71,81
14	73,64	27	71,64
15	73,48	28	71,47
16	73,34	29	71,31
17	73,19	30	71,15
18	73,05	35	70,35
19	72,90	40	69,55
20	72,75	45	68,73

Таблица В.2

## Удельная электрическая проводимость раствора KCl (0,01н)

$t, ^\circ\text{C}$	$\chi, \text{Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\chi, \text{Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\chi, \text{Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$
15	0,1147	19	0,1250	23	0,1359
16	0,1173	20	0,1278	24	0,1386
17	0,1199	21	0,1305	25	0,1413
18	0,1225	22	0,1332	26	0,1441

\* Данные таблиц Приложения В приведены с использованием справочника [18]

## Плотности некоторых твердых веществ

Таблица В.3

Вещество	Плотность $\rho, \text{кг/м}^3$	Вещество	Плотность $\rho, \text{кг/м}^3$
Каолин	2500	Стекло	2400–2800
CaCO <sub>3</sub>	2400	Уголь	1800
BaSO <sub>4</sub>	2700	Мел	2000
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3800	Мрамор	2600
Кварц	2650	Тефлон	2200

Таблица В.4

## Физико-химические свойства некоторых органических жидкостей

Вещество	Молекулярная масса	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}, \text{кг/м}^3$ (при 20 °С)	Поверхностное натяжение $\sigma, \text{мДж/м}^2$	
			при 20 °С	при 30 °С
Этанол	46,07	0,789	22,4	21,6
Пропан-1-ол	60,10	0,804	23,7	22,9
Пропан-2-ол	60,10	0,785	21,3	20,5
Бутан-1-ол	74,12	0,810	25,4	24,5
Пентан-1-ол	88,15	0,814	25,8	24,9
Гексан-1-ол	102,18	0,819	26,2	25,4
Гексан	86,18	0,659	18,4	17,4
Толуол	92,14	0,867	28,5	27,3
Четыреххлористый углерод	153,82	1,595	27,0	25,8
Анилин	93,14	1,022	43,3	42,2
Ацетон	58,08	0,791	24,0	22,9
Хлороформ	119,38	1,489	27,3	26
Уксусная кислота	60,05	1,049	27,6	26,6
Хлорбензол	112,56	1,107	33,3	32,3
Нитробензол	123,11	1,203	43,9	42,7

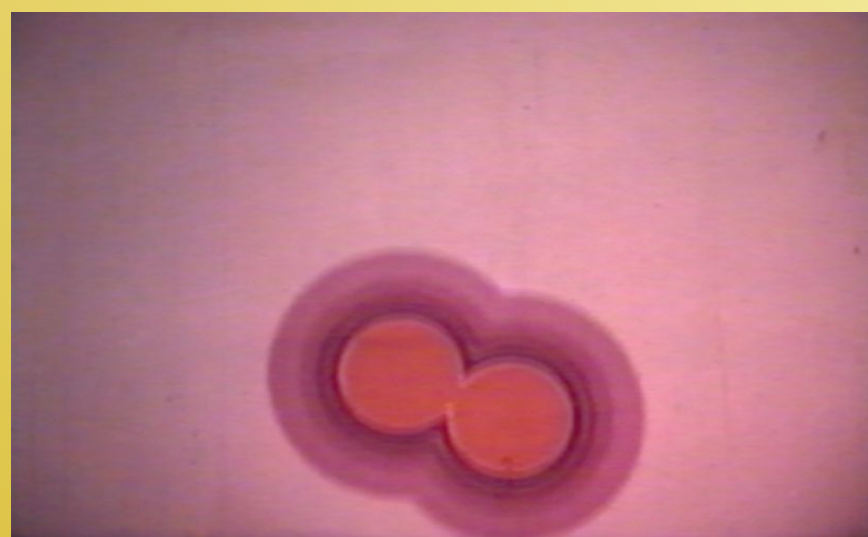
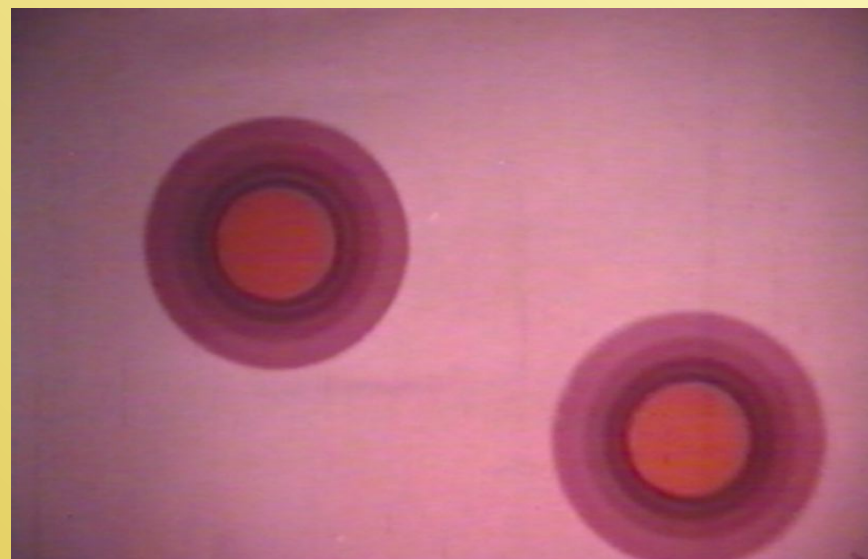
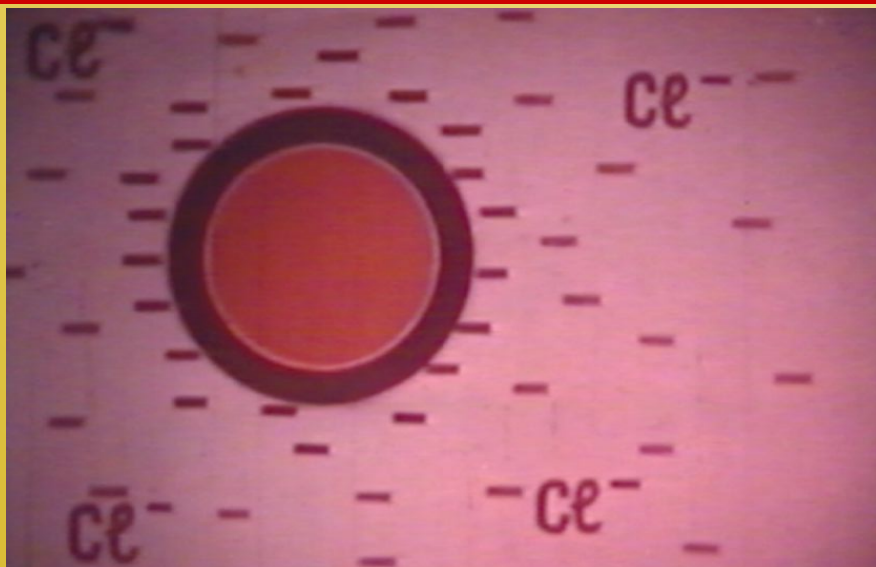
# Оформление издания

## Обложка



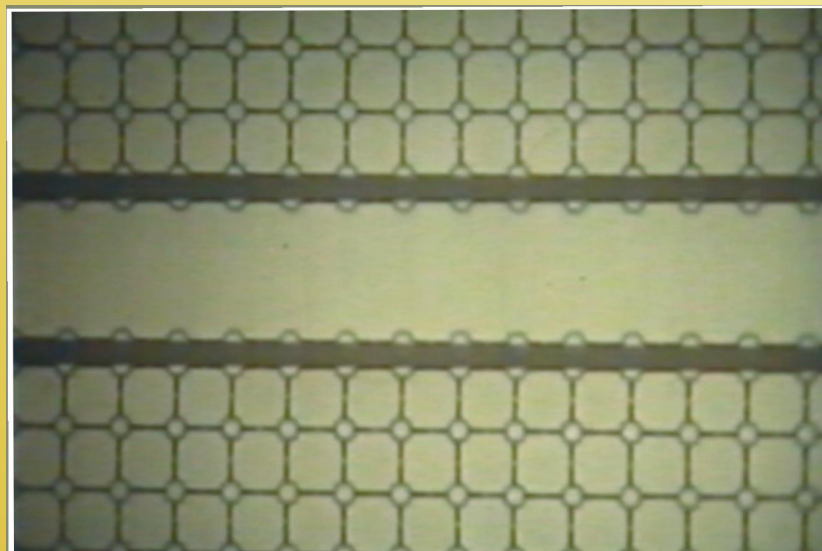
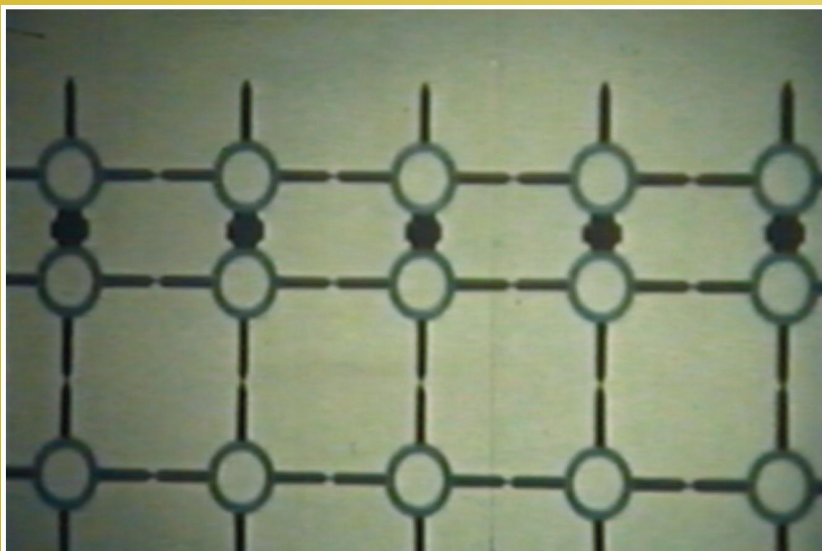
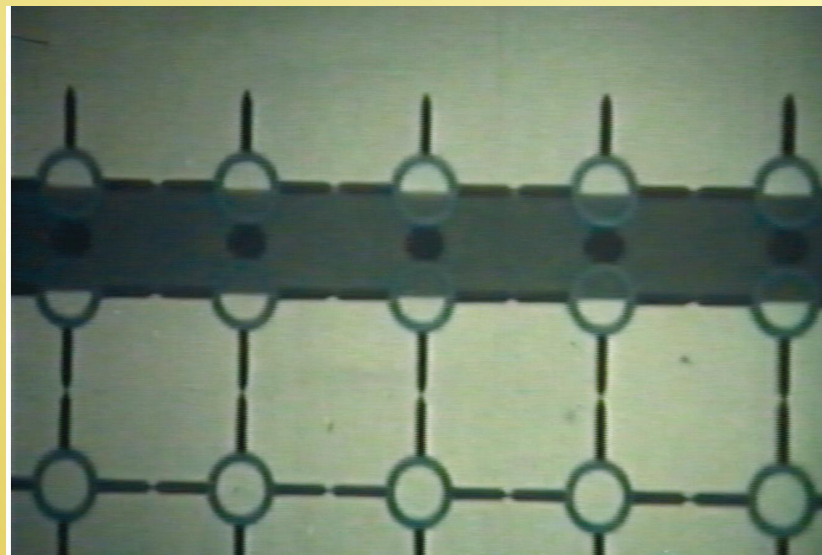
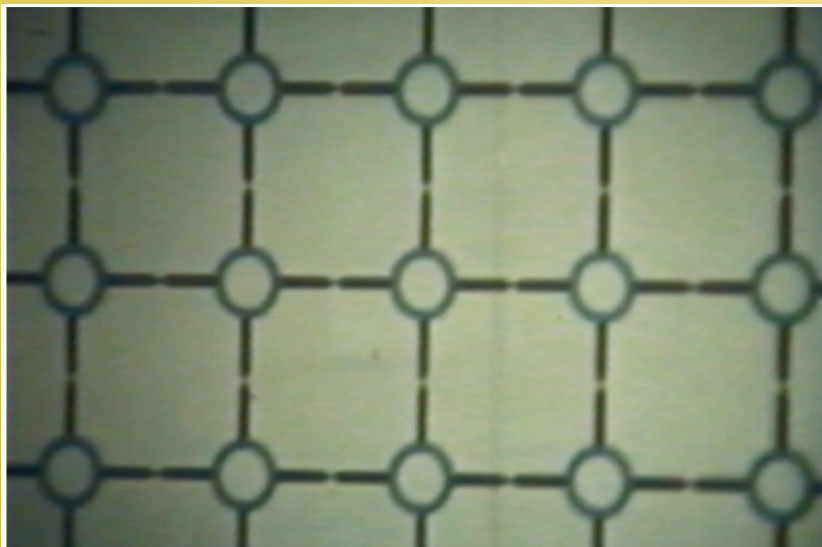


# Форзацы



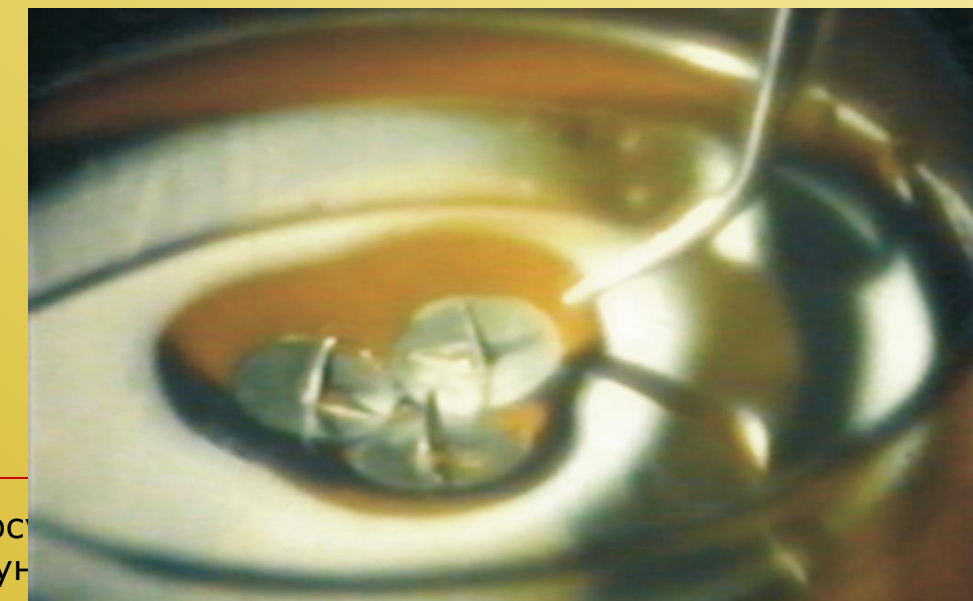
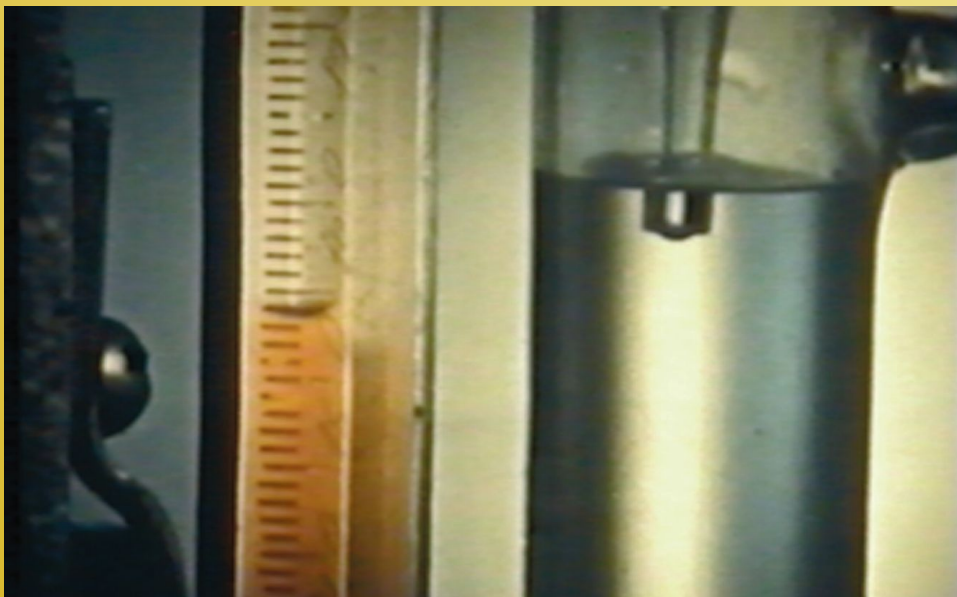
Дисперсные системы. Поверхностные явления [Видеозапись] / науч. консультант Ю. Г. Фролов. – М.: Союзвизфильм, 1974.

# Цветные вкладыши



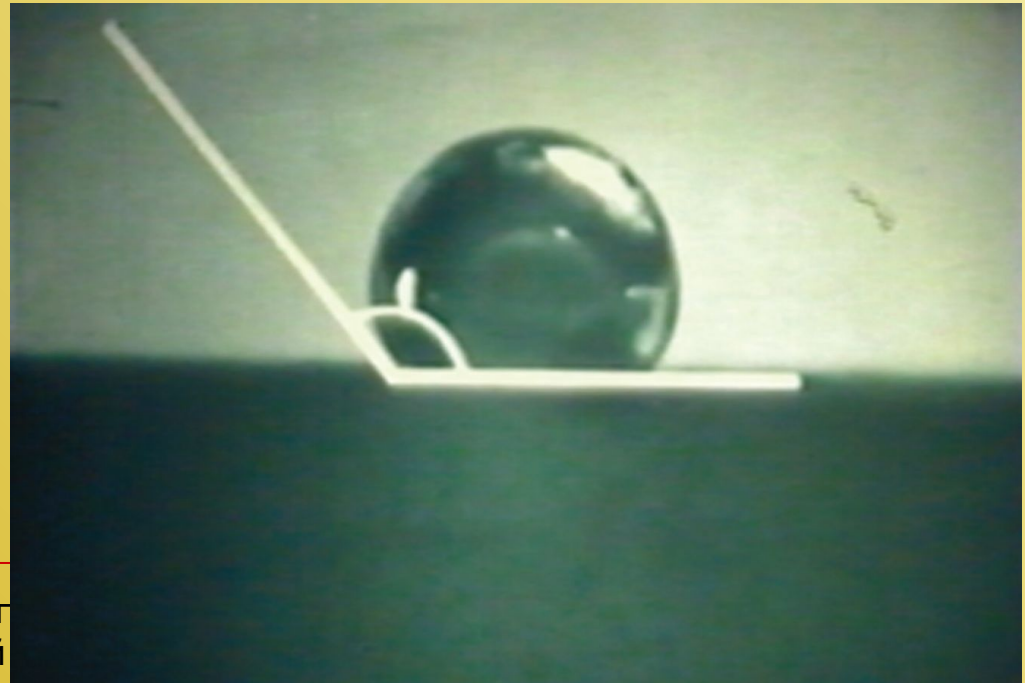
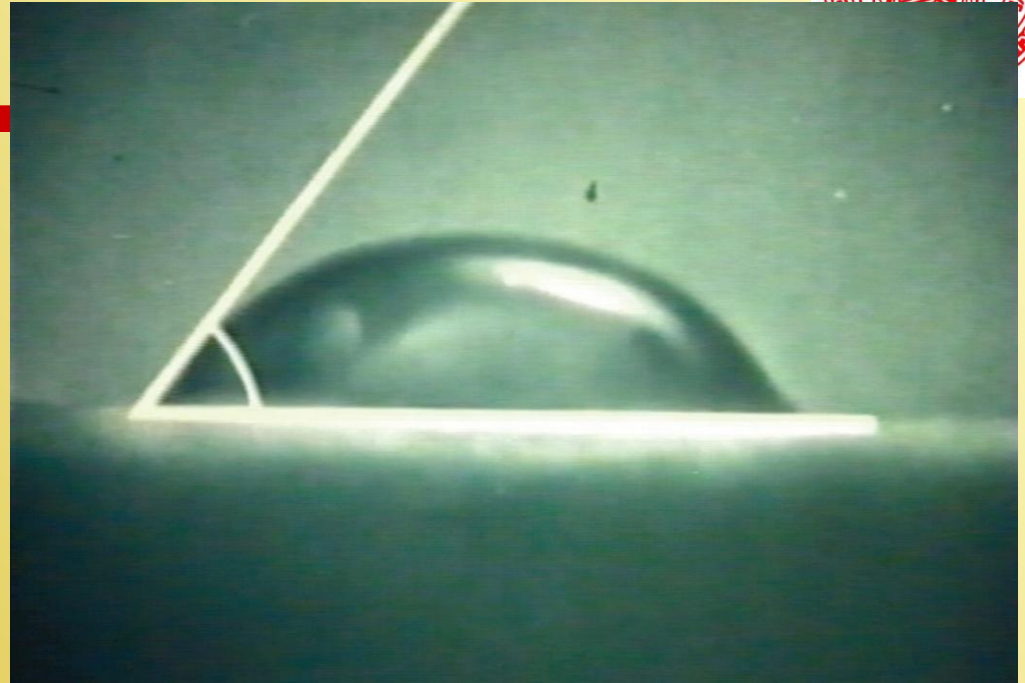
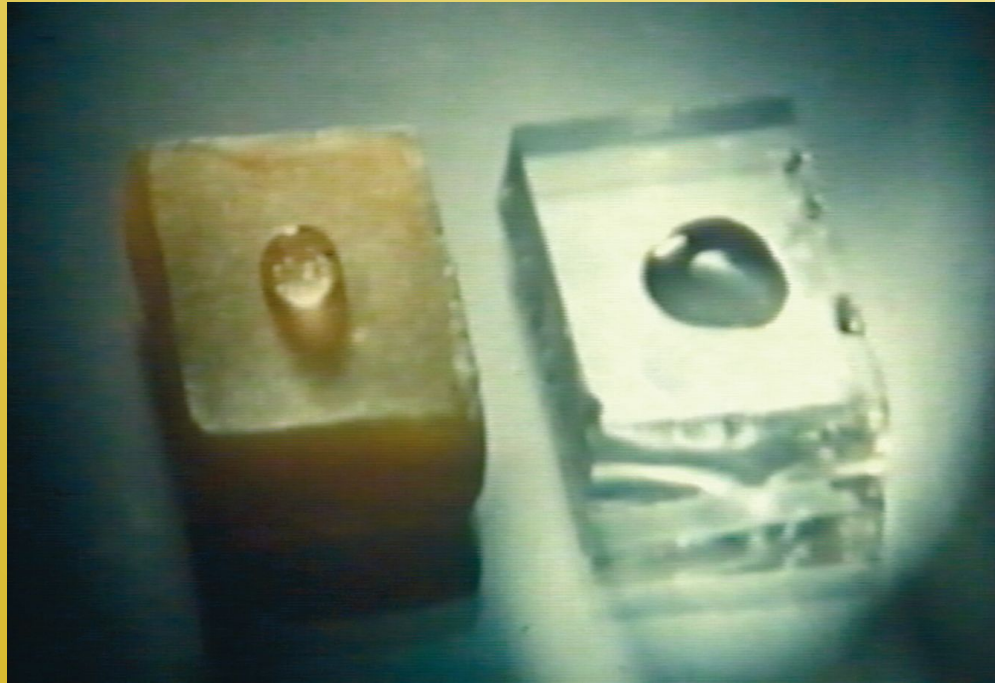


# Цветные вклады

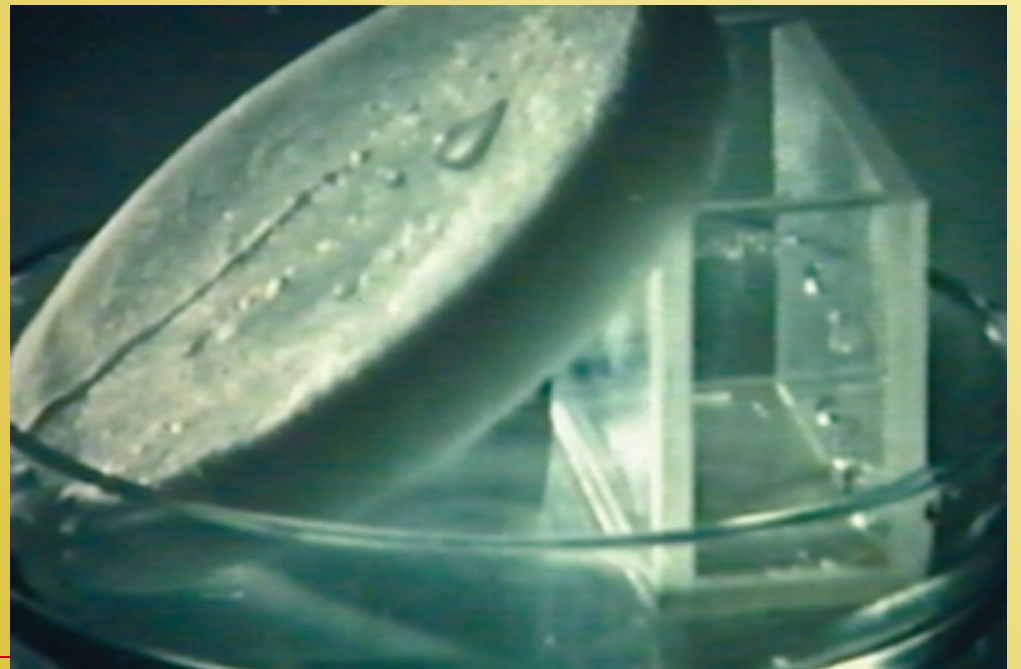
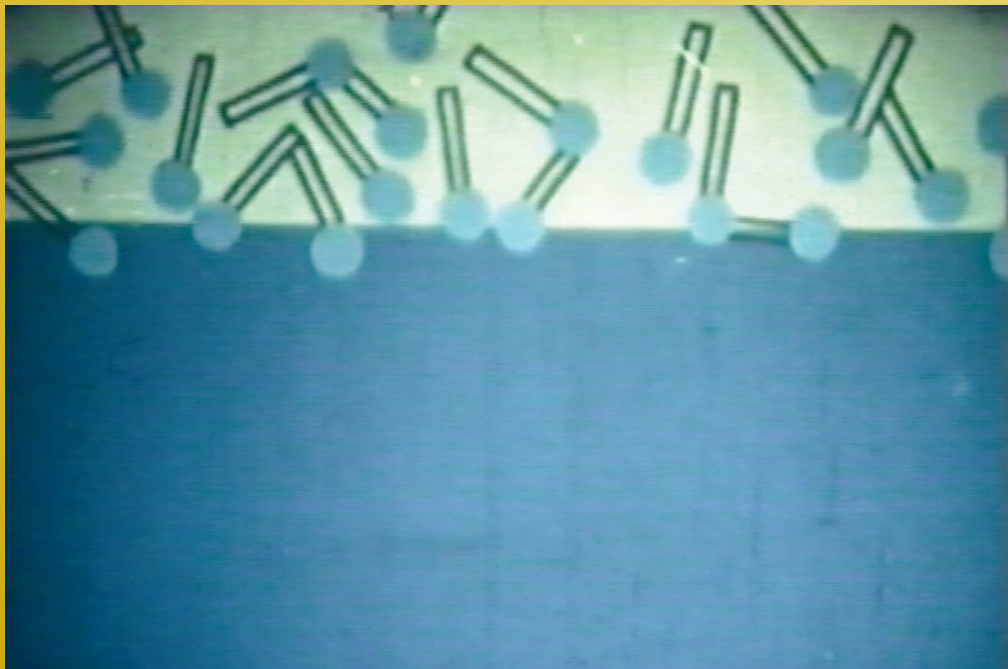
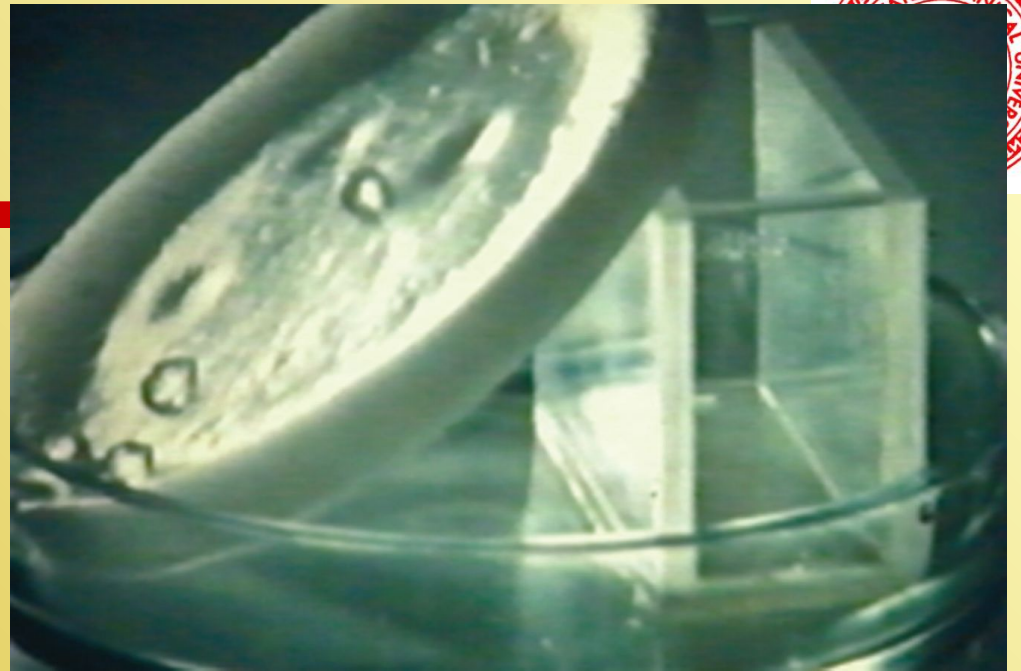
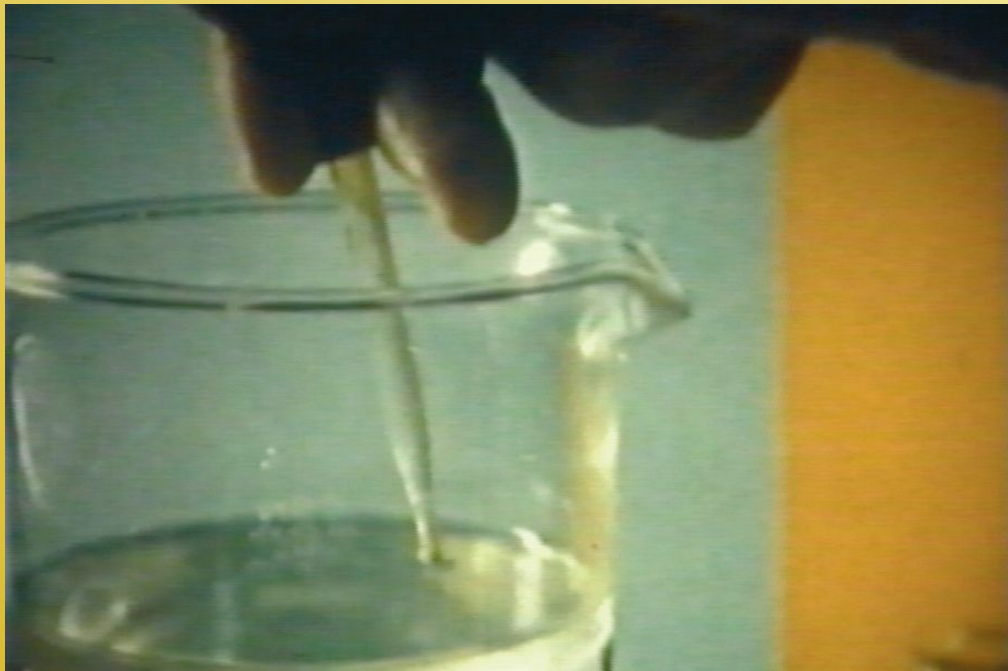


ос  
ун

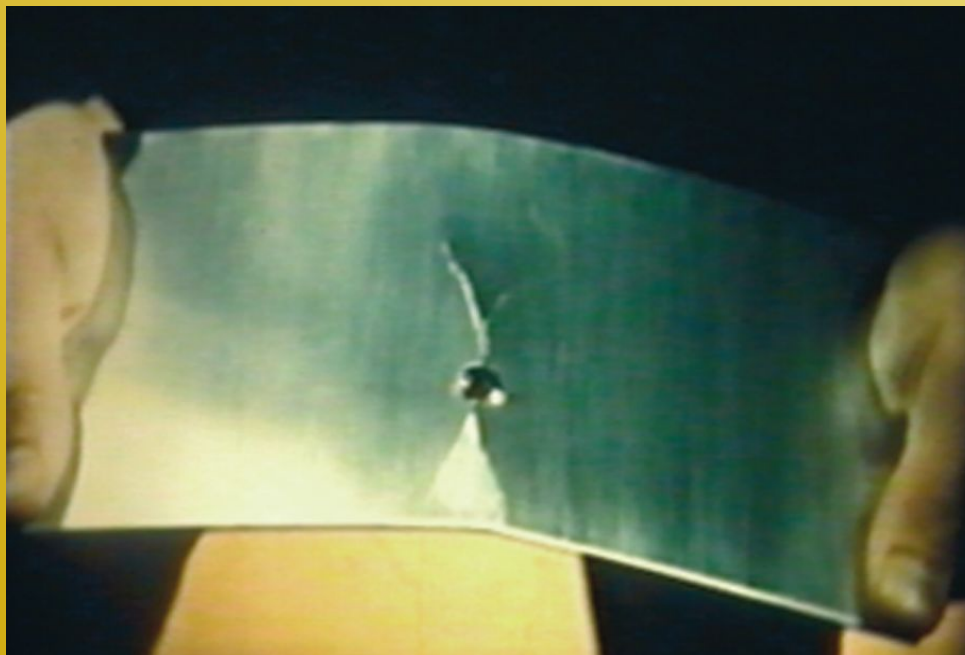
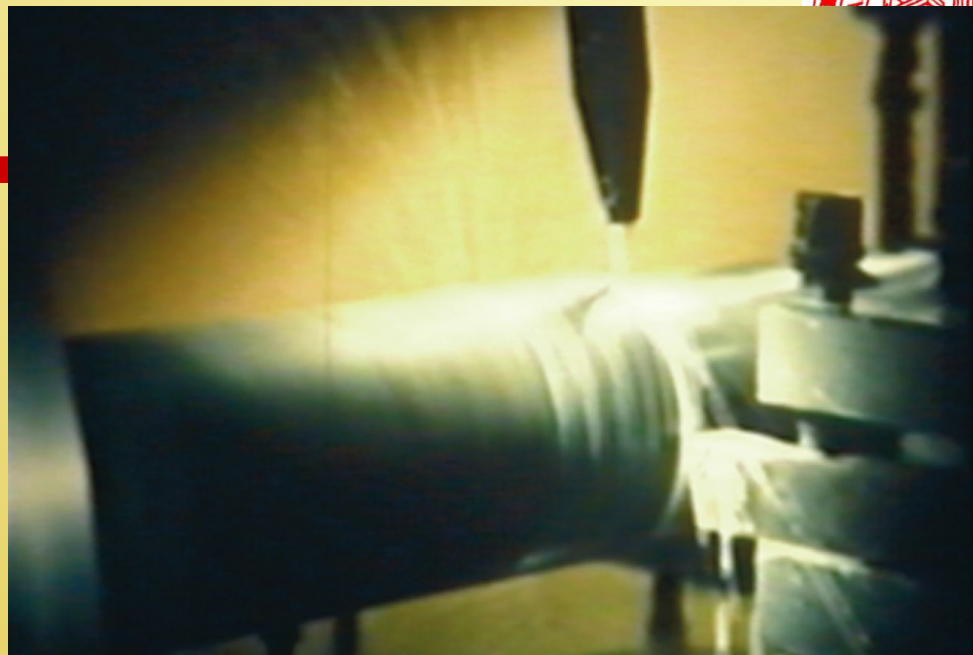
















Издание приобретено  
ведущими вузами России,  
среди которых:



Книга выдержала 2  
издания в 2007 и 2008 гг.,  
общий тираж составил 1500  
экз.

- Казанский государственный технологический университет,
- Кубанский государственный технологический университет,
- Ивановский государственный технологический университет,
- Иркутский государственный технический университет,
- Омский государственный университет,
- Ярославский государственный технический университет,
- Пермский государственный технический университет,
- Нижегородский государственный технический университет,
- Томский политехнический университет,
- Самарский государственный технический университет,
- Северо-кавказский технический университет

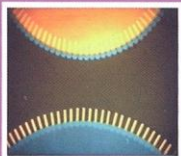
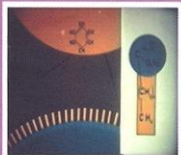
# Поздравляем!

На IV общероссийском конкурсе  
«Университетская книга»  
учебное пособие  
«Теоретическое и практическое  
руководство по дисциплине  
«Поверхностные явления  
и дисперсные системы»  
(авторы – к.х.н. Ж.Н. Малышева,  
чл.-корр. РАН, проф. И.А. Новаков)  
победило в номинации  
«Лучшее учебное издание  
по техническим наукам».





Ж. Н. МАЛЫШЕВА, И. А. НОВАКОВ



# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
“ПОВЕРХНОСТНЫЕ  
ЯВЛЕНИЯ  
И ДИСПЕРСНЫЕ  
СИСТЕМЫ”

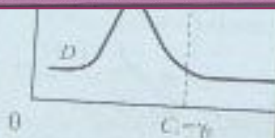


Рис. 7.20. Определение порога коагуляции по времени начала мутности (t) и по методу "минутной мутности"

нит в приповерхностном слое...  
1,0 мм в диаметре в 0,1 мм (рис. 7.1). Измерения...  
наименьшим образом (берется 1 мм). Измерения...  
проводятся в течение 10-15 мин.

№ пробки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\text{нач}} \text{ мин}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\text{кон}} \text{ мин}$	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
$t_{\text{кон}} \text{ мин}$	1	4,5	8	12	16	20	24	28	32	36
$t_{\text{кон}} \text{ мин}$	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Измерение оптической плотности...  
фотометром спектрофотометре УФС-3. Измерения...  
проводятся в растворе воды на длине волны...  
длина волны  $\lambda = 510 \text{ нм}$ . Спектральная...  
длина 15 см измеряется через 5 мин.

№ пробки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_{\text{нач}}$	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25
$D_{\text{кон}}$	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45

$t$	$D$
0	$D_0$
5	$D_5$
10	$D_{10}$
15	$D_{15}$
20	$D_{20}$
25	$D_{25}$
30	$D_{30}$
35	$D_{35}$
40	$D_{40}$
45	$D_{45}$
50	$D_{50}$
55	$D_{55}$
60	$D_{60}$
65	$D_{65}$
70	$D_{70}$
75	$D_{75}$
80	$D_{80}$
85	$D_{85}$
90	$D_{90}$
95	$D_{95}$
100	$D_{100}$

$t$	$D$
0	$D_0$
5	$D_5$
10	$D_{10}$
15	$D_{15}$
20	$D_{20}$
25	$D_{25}$
30	$D_{30}$
35	$D_{35}$
40	$D_{40}$
45	$D_{45}$
50	$D_{50}$
55	$D_{55}$
60	$D_{60}$
65	$D_{65}$
70	$D_{70}$
75	$D_{75}$
80	$D_{80}$
85	$D_{85}$
90	$D_{90}$
95	$D_{95}$
100	$D_{100}$



«Лучшее учебное пособие по техническим наукам» 2008 года



В сплавах и пластмассах дисперсная фаза и дисперсионная среда — твердые





# Лучшим - по яблоку!



На IV общероссийском конкурсе «Университетская книга», итоги которого были оглашены в начале сентября в рамках Московской международной книжной выставки-ярмарки, учебное пособие «Теоретическое и практическое руководство по дисциплине «Поверхностные явления и дисперсные системы» (авторы – к.х.н. Ж.Н. Малышева, чл.-корр. РАН, проф. И.А. Новаков) получило высокую оценку экспертной комиссии. Этот «источник знаний» стал «Лучшим учебным изданием по техническим наукам».

Грамота и символическое «Яблоко знаний», которыми награждены победители, были вручены одному из авторов учебника – Жанне Николаевне Малышевой на пленарном заседании конференции «Университетская библиотека: от традиций к инновациям».





# Поздравление ректората



**Поздравляем**  
чл.-корр РАН **И.А. Новакова**  
и доцента **Ж.Н. Малышеву**  
**с победой**  
в **IV ОБЩЕРОССИЙСКОМ КОНКУРСЕ**  
**УЧЕБНЫХ ИЗДАНИЙ**  
**ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**  
**„УНИВЕРСИТЕТСКАЯ КНИГА- 2008“**  
**в номинации**  
**„ЛУЧШЕЕ УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ**  
**ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ.“**  
ЛУЧШЕЙ ПРИЗНАНА КНИГА,  
ИЗДАННАЯ В РПК „ПОЛИТЕХНИК“  
**МАЛЫШЕВА Ж.Н., НОВАКОВ И.А. ТЕОРЕТИЧЕС-**  
**КОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ДИС-**  
**ЦИПЛИНЕ „ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И**  
**ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ“. УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ. –**  
Волгоград, 2008  
**Желаем вторым дельнейших**  
**творческих успехов.** Учебно-методическое  
объединение.





издательский дом  
**УНИВЕРСИТЕТСКАЯ**  
UNIVERSITAS КНИГА

IV Общероссийский конкурс учебных изданий  
для высших учебных заведений

«Университетская книга–2008»

## Каталог конкурсных изданий



Яблоко знаний – символ  
Общероссийского  
конкурса  
«Университетская  
книга»

Волгоград  
техни

На IV Общероссийском конкурсе «Университетская книга», итоги которого были оглашены 4 сентября 2008 г. в рамках Московской международной книжной выставки-ярмарки учебное пособие было награждено грамотой «Лучшее учебное издание по техническим наукам» и символическим призом «Яблоко знаний» и вошло в каталог конкурсных изданий, который рассылается книготорговым организациям и библиотекам.







# Спасибо за внимание!

---

Волгоградский государственный  
технический университет