

**Научная конференция  
«Шаг в будущее, Москва»**

**Автоматическое регулирование  
плотности растворов**

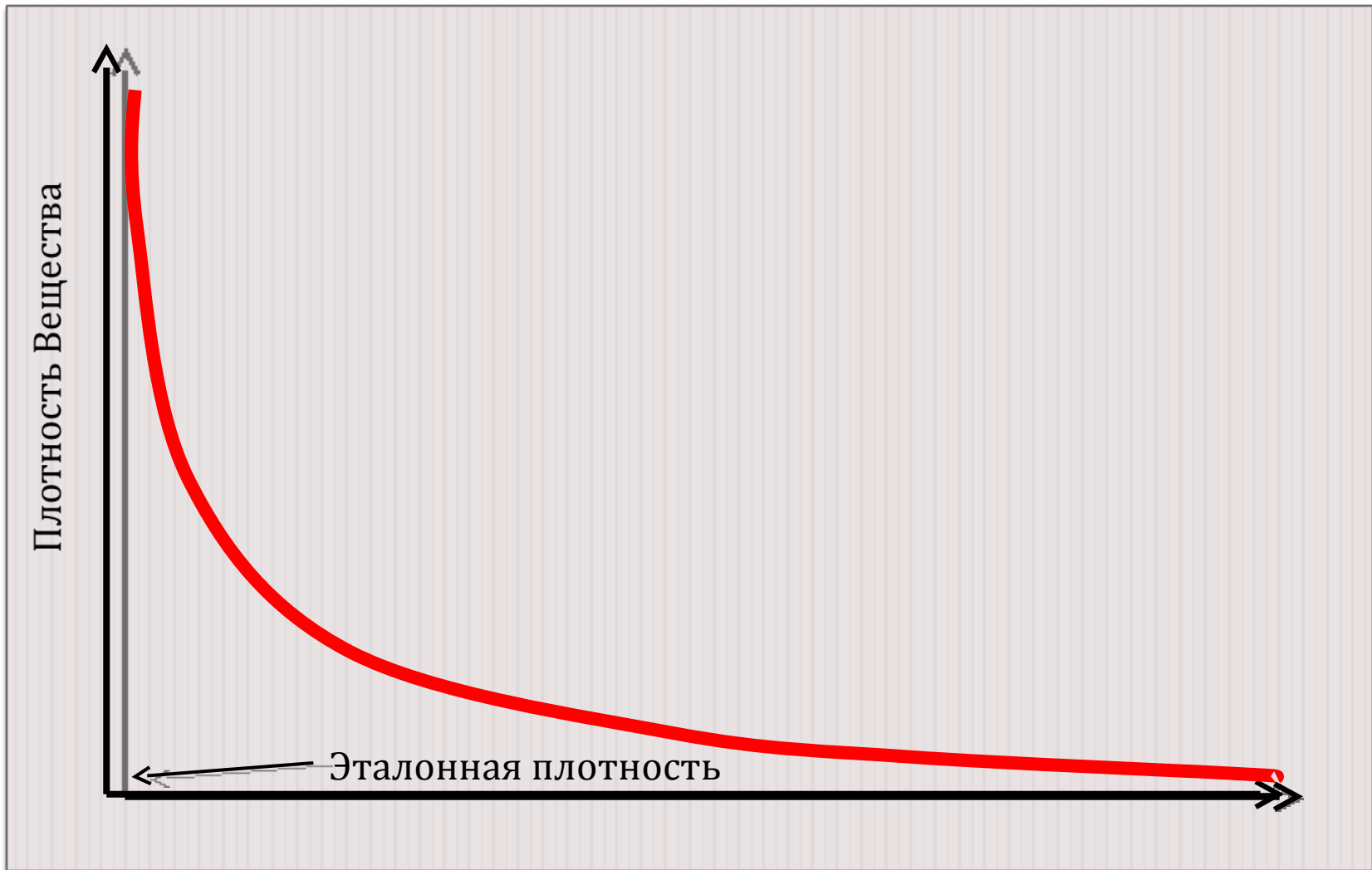
Выполнили работу:  
Воробьев Владимир, 11кл.  
ГБОУ Лицей № 1502 при МЭИ  
Научный Руководитель:  
Ретивов Николай Алексеевич,  
кандидат физико-математических наук,  
доцент

г. Москва 2012

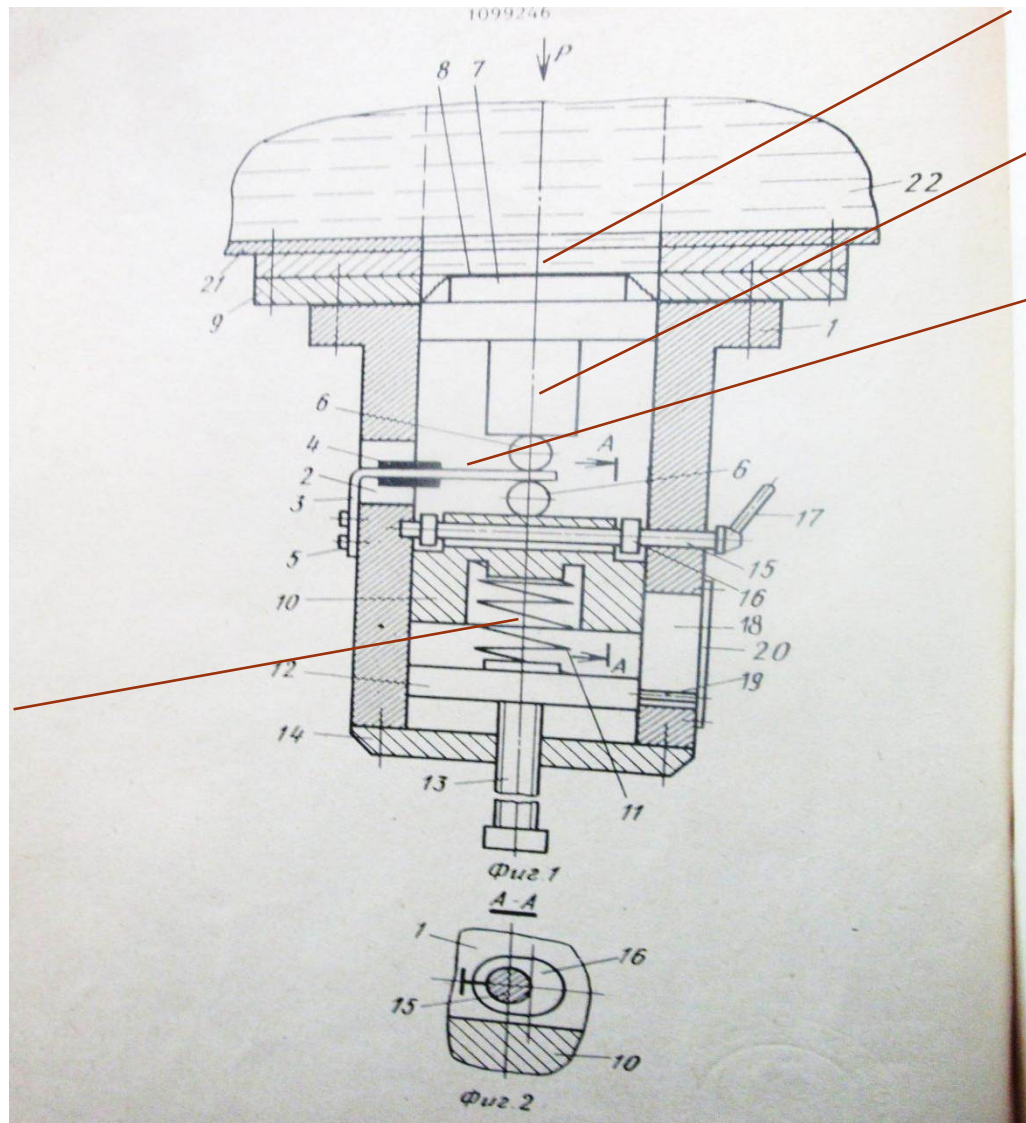
## Цель работы:

- **Изучить существующие устройства** и способы измерения и непрерывного контроля плотности жидкости ;
- **Разработать простейший и экономичный способ** автоматического регулирования плотности растворов в процессе их изготовления;
- **Составить программу** для выполнения этой задачи.
- **спроектировать и изготовить приборы** для предлагаемого способа автоматического регулирования плотности раствора в процессе его приготовления.

# Метод получения товарного вещества без перерасхода ценного компонента



# Прототип плотномера



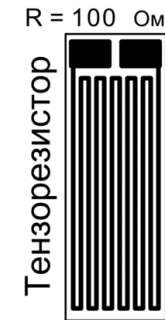
Диафрагма

Толкатель

Упругий элемент с тензорезисторами

Устройство для настройки прибора

# Тензорезисторы



$K = \left(\frac{\Delta R}{R}\right) / \left(\frac{\Delta l}{l}\right)$  - Коэффициент относительной тензочувствительности.

$R = \rho * l / S$  - Сопротивление проводника, где  
 $\rho$  — удельное сопротивление вещества проводника;  
 $l$  — длина проводника;  
 $S$  — площадь сечения

- Для части металлов деформация мало сказывается на величине удельного сопротивления. Именно такие металлы используются для построения тензорезисторов.  $K = 1 + 2\gamma + \left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right) / \left(\frac{\Delta l}{l}\right)$ , где  $\frac{\left(\frac{\Delta S}{S}\right)}{\left(\frac{\Delta l}{l}\right)} = \gamma$  коэффициент Пуассона. Коэффициент относительной тензочувствительности у них близок к 2.
- Характеристики преобразования тензорезисторов из таких металлов практически линейны.

# Схема градуировки



# Градуировка тензодатчика

Элементы питания

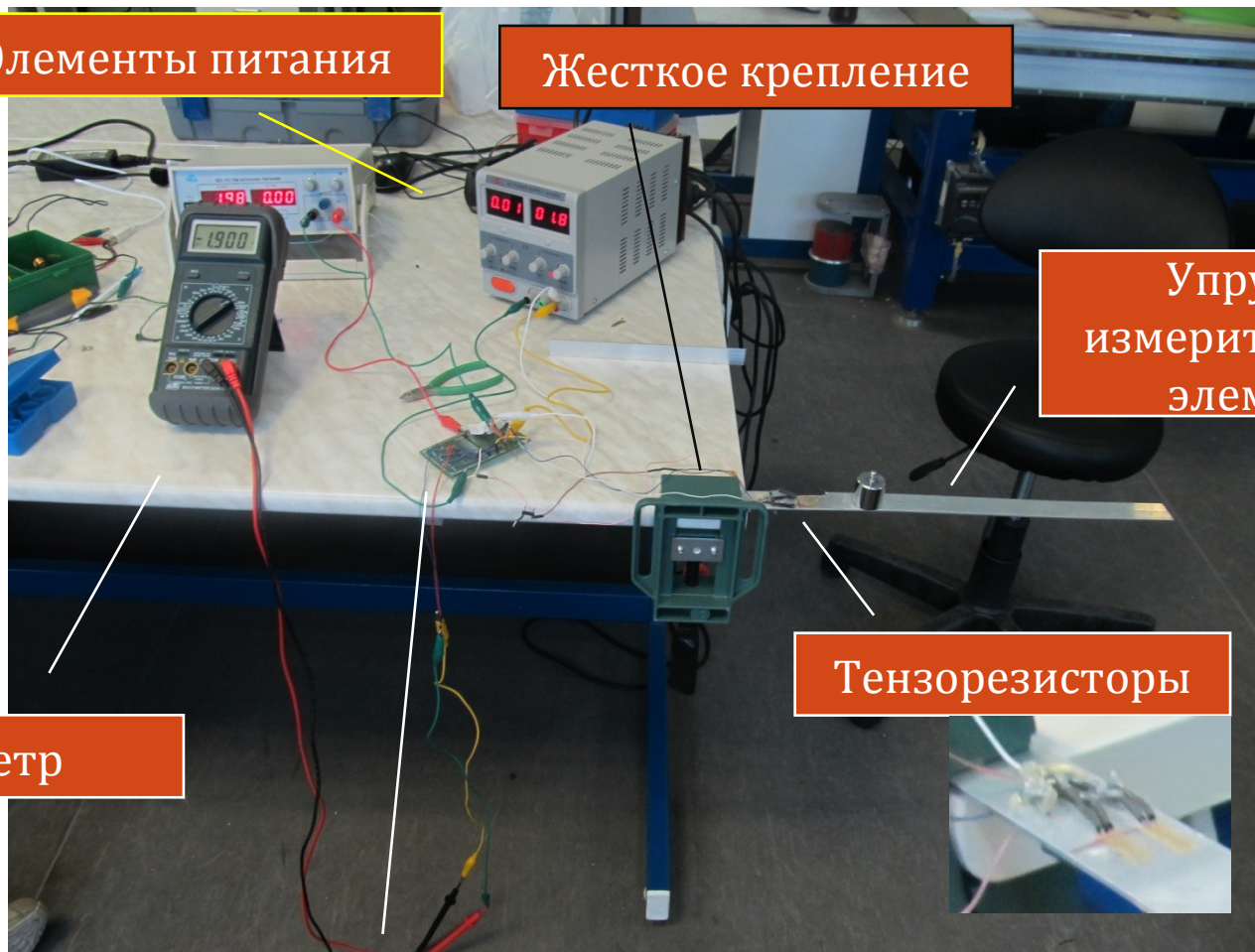
Жесткое крепление

Упругий  
измерительный  
элемент

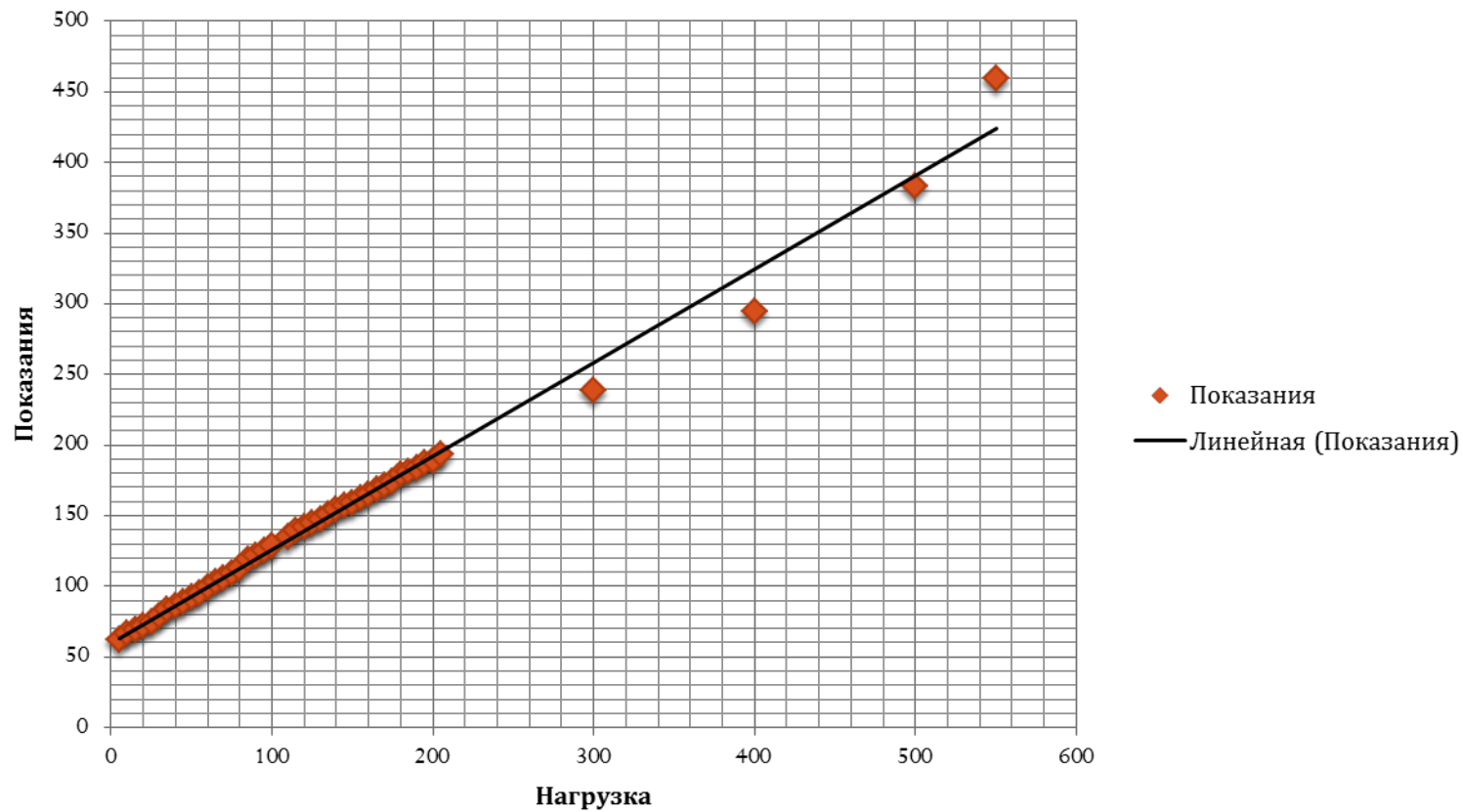
Мультиметр

Тензорезисторы

Датчик



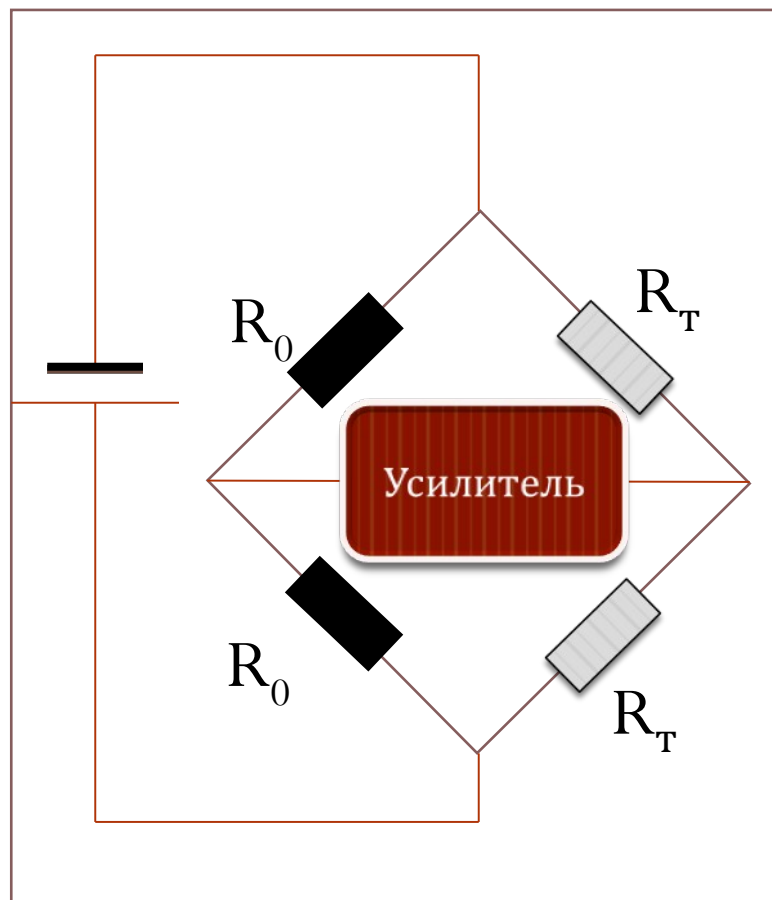
# Зависимость величины сигнала от нагрузки на упругий элемент



$$\text{Показания} = 1023 * (R_s / (33k + R_s))$$

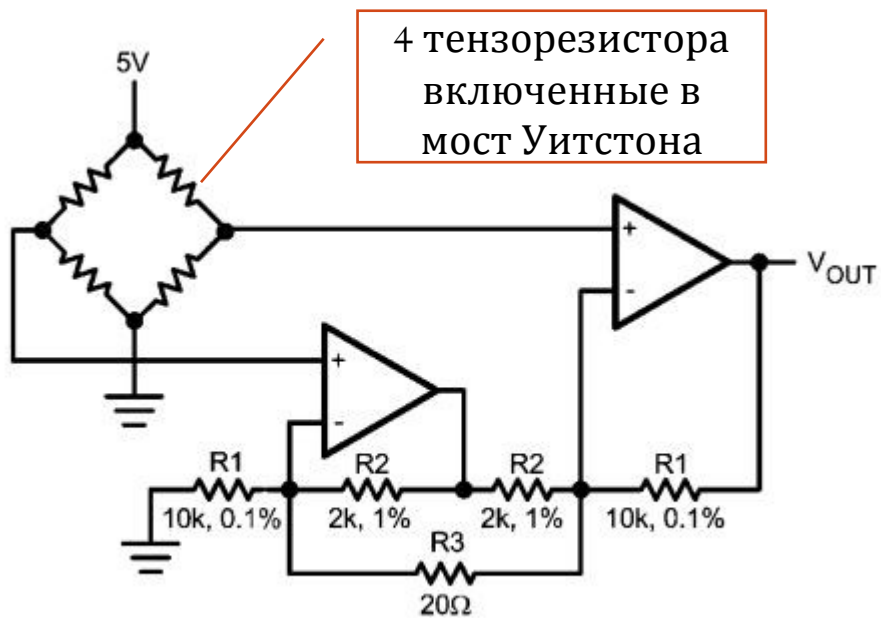


## Измерительный мост Уитстона



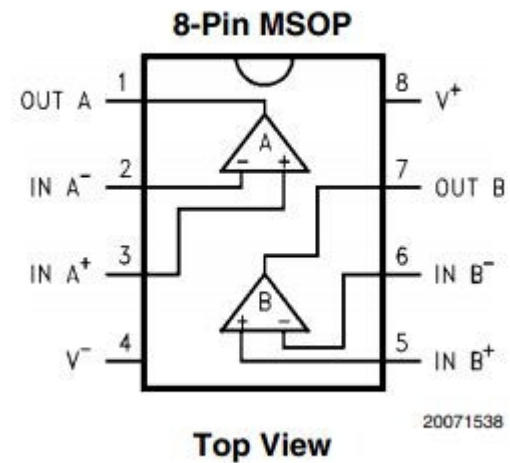
**Мост Уитстона** представляет собой электрическую схему для прецизионного сравнения сопротивлений. Он используется во многих приборах для измерения изменяющихся/неизвестных параметров. Мост Уитстона состоит из источника питания и из измерительного прибора, соединяющего два параллельных плеча, содержащих резисторы.

## СХЕМА МОСТА И УСИЛИТЕЛЯ



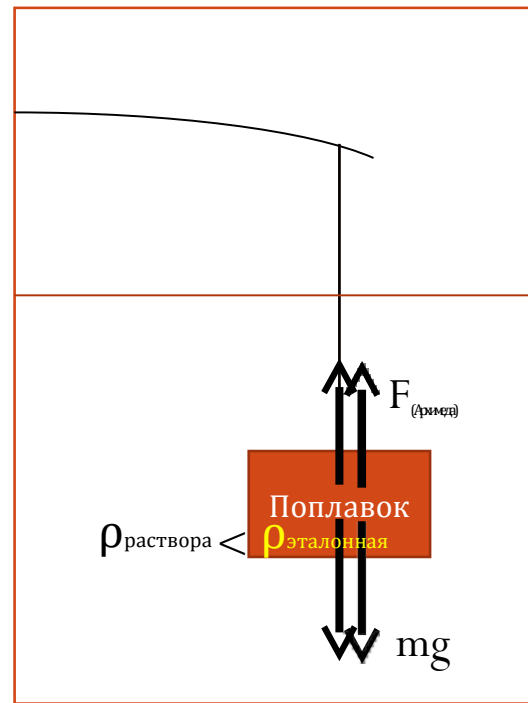
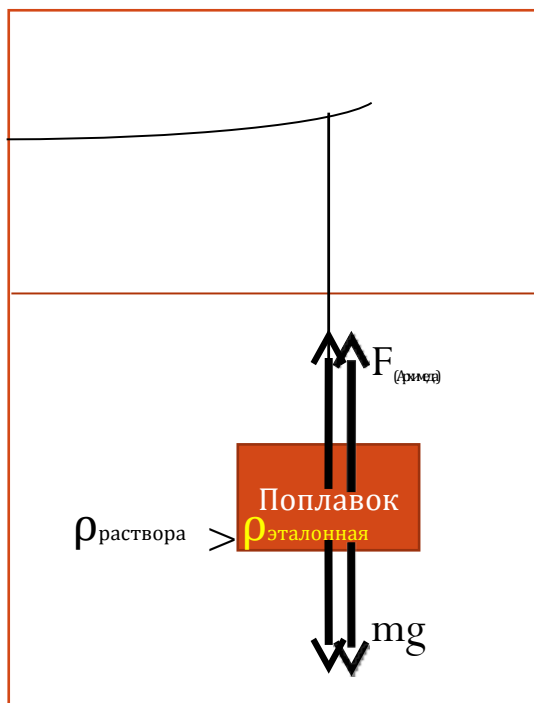
20071518

Принципиальная схема усилителя

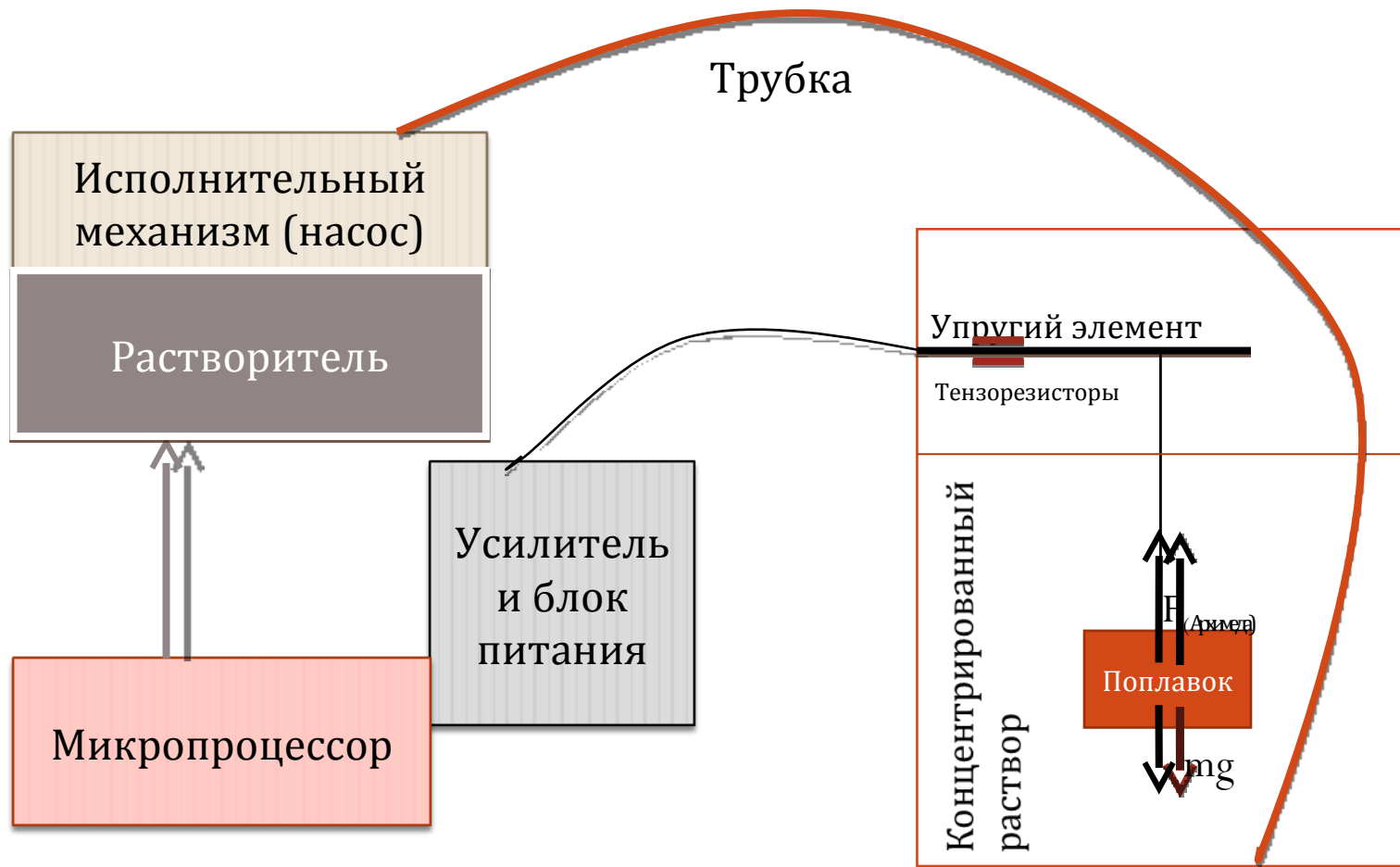


Усилитель LMP2012MA

## Принцип действия измерительного элемента



# Принципиальная схема установки



## ОБЩЕЕ ФОТО УСТАНОВКИ



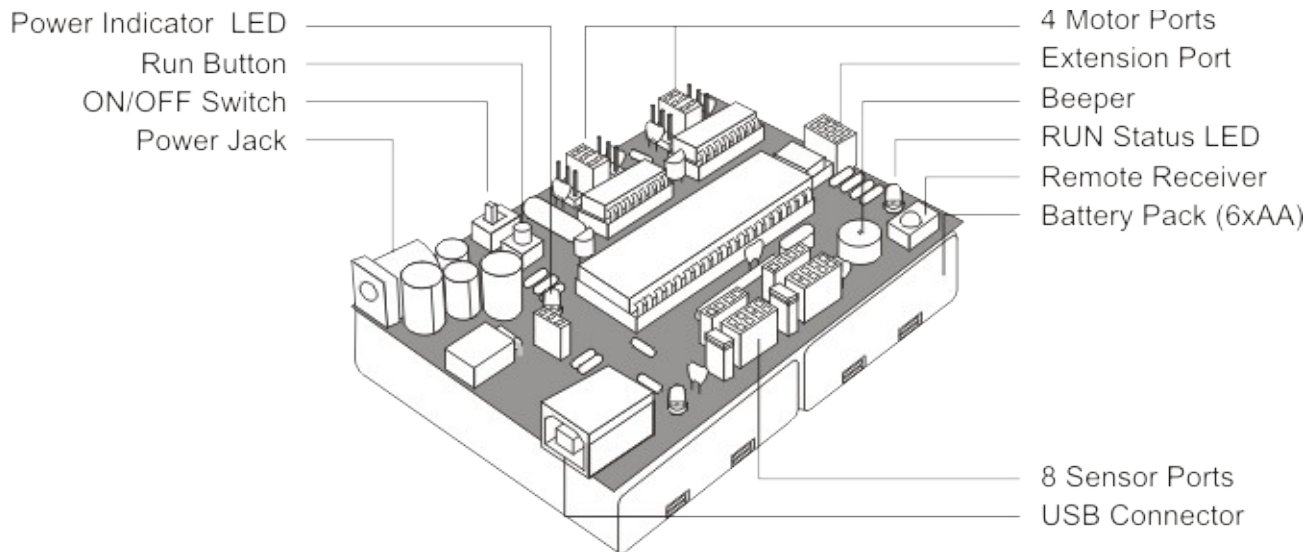
Датчик  
(Усилитель,  
микроконтроллер)

Емкость с  
растворителем;  
исполняющий  
механизм(насос)

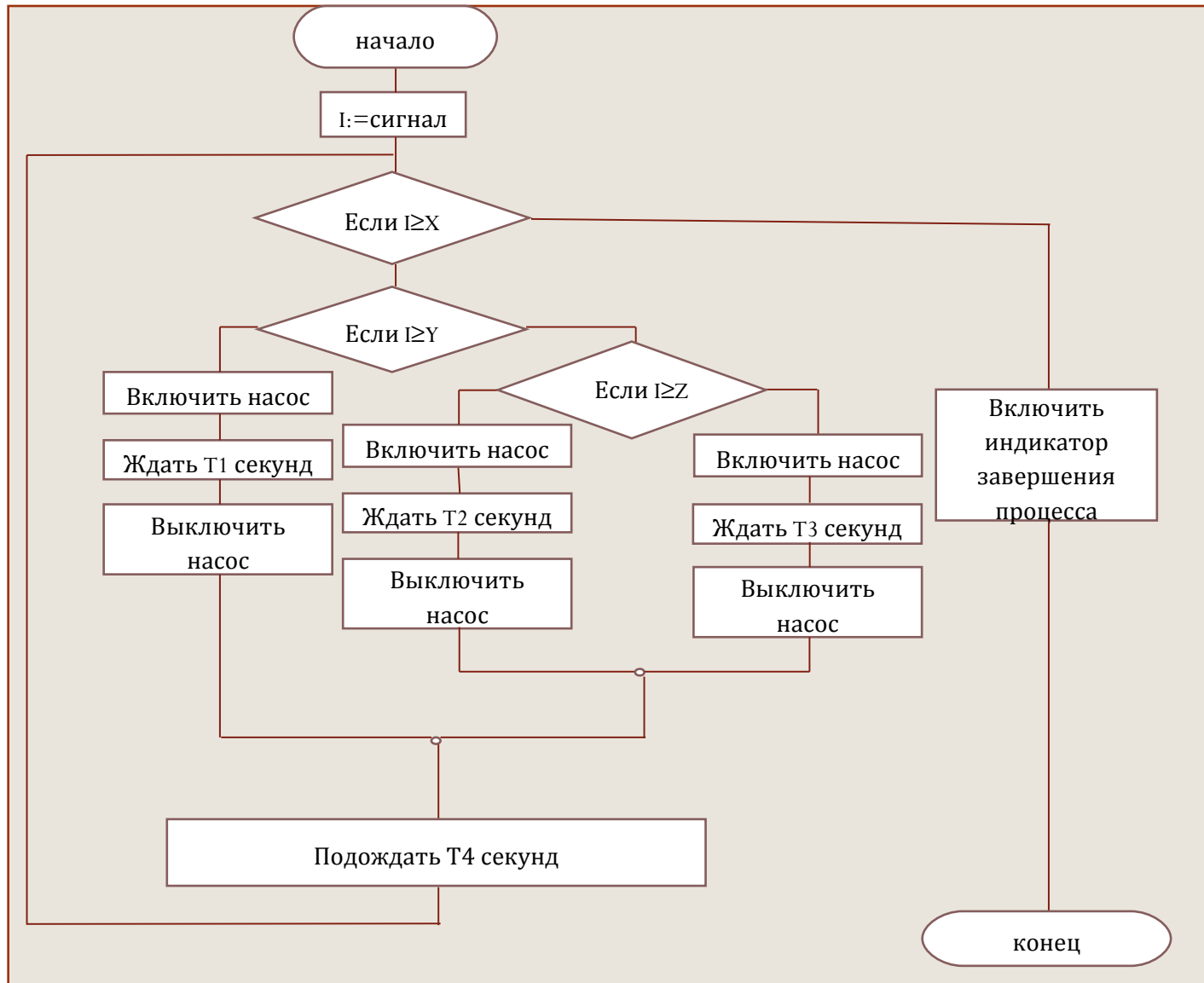
Емкость с  
концентратом

Поплавок

# Отладочный комплект GogoBoard



# БЛОКСХЕМА ПРОГРАММЫ



## **Выводы:**

- ✓ Исследовав существующие способы контроля и регулирования плотности в процесс приготовления растворов я предложил способ при котором в ёмкость в процессе приготовления раствора добавляется только растворитель, что исключает возможный перерасход основного (часто дорогого) сырья;
- ✓ Для решения этой задачи я составил программу, которая должна управлять процессом автоматически;
- ✓ Я исследовал существующие способы контроля плотности при приготовлении растворов и приборы, осуществляющие такой контроль, я пришел к выводу, что плотномеры с упругим элементом и тензометрическим преобразователем сигнала лучше всего подходят для решения поставленной задачи;
- ✓ Я показал, что при относительной простоте конструкции такие плотномеры позволяют измерять плотность жидких растворов с достаточно хорошей точностью;



## **Выводы:**

- ✓ Я значительно упростил известную ранее конструкцию плотномера с упругим элементом и тезометрическими преобразователями при этом точность измерения прибора не изменилась.
- ✓ Мне удалось с помощью усилителя на базе микросхемы LMP2012MA получить стабильное усиление слабого сигнала с мостовой схемы с тензорезисторами;
- ✓ Для автоматического управления исполнительным механизмом в моей установке я использовал отладочный комплект GOGOBoard, который работает по составленной нами программе;
- ✓ Представленная установка позволяет получать растворы с плотностью, которая отличается от заданной не более 2%.

## Использованная литература

- Кивилис С. Ш., в кн.: Приборостроение и средства автоматики, т. 2, кн. 2, М., 1964, с. 270-77;
- Глыбин И.П., Автоматические плотномеры, К., 1965;
- Измерение массы, объема и плотности, М., 1972;
- Шкатов Е. Ф., Технологические измерения и КИП на предприятиях химической промышленности, М., 1986, с. 234-58;
- Кузьмин С. Т., Липавский В. Н., Смирнов П.Ф., Промышленные приборы и средства автоматизации в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, М., 1987, с. 61-71.
- А.Ф. Гусаков. Иванов В.М., Семенов К.А., Прохорова Г.В., Симонов Е.Ф. Аналитическая химия натрия. -М.: Наука, 1986. С. 245.
- Ретивов Н.А. «Устройство для измерения плотности жидких сред» 1984г. Авторское свидетельство №1099246»

**Конец**

**Спасибо за внимание**