

методы OpenCV в .NET-совместимых языках. Может использоваться для разработки мобильных приложений, в том числе тех, которые используют Xamarin. Таким образом проект может быть собран для всех популярных на сегодняшний день мобильных платформ.

Список литературы:

1. P. Viola and M.J. Jones, «Robust real-time face detection», International Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, 2004., pp.137–154.
2. Navteem Dalal and Bill Triggs, “Object Detection using Histogram of Oriented Gradients”, Pascal VOC 2006 Workshop ECCV, 2006.
3. Sushnita Mitra and Tinku Acharya, “Gesture Recognition: A Survey”, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews, Vol. 37, No 3, May 2007.

Разработка системы стабилизации скорости транспортировки пробы

Бланк М.О., Ливенцов С.Н., Гофман Ф.Э.
blank.mascha@yandex.ru

*Научный руководитель: профессор, Ливенцов Сергей Николаевич, кафедра
Электроники и автоматики физических установок ТПУ*

В традиционных системах аналитического контроля радиохимических производств пробоотбор осуществляется в оборудованной манипулятором и смотровым окном радиационной защитной камере. Проба технологического раствора отбирается в специальную емкость. Указанная емкость герметизируется, устанавливается в транспортный пенал и перемещается в аналитическую лабораторию с помощью пневмопочты или транспортера. Но данная система имеет ряд недостатков, таких, как необходимость использования специальных транспортных емкостей с необходимостью герметизации, дорогостоящие меры по защите персонала от гамма-излучения пробы и др.

В качестве устройства пробоотбора [1] для применения в аналитическом контроле ПРК предложен гидроцилиндр с пробоотборником из капиллярных линий, который обеспечивает совмещение двух операций: собственно, пробоотбора и одновременного разведения пробы (одноступенчатого или двухступенчатого). Существенным является то, что отбор пробы может осуществляться как из технологического аппарата, так и из трубопровода, в том числе на перетоке между ступенями экстрактора или на выходе экстрактора. Ввиду малого объема капиллярных линий пробоотборника и принципа работы гидроцилиндра не требуется специальных мер по их промывке для обеспечения представительности пробы. Выходной линией указанного устройства пробоотбора и разведения является капилляр, в который может подаваться проба разведенного раствора заданного объема ($10 \div 20$ мл). Так как коэффициент разведения одной ступени равен 49 или 100, фоновое гамма - излучение пробы в соответствующее число раз меньше, чем излучение неразведенной пробы такого же объема, передаваемой в аналитическую лабораторию в традиционной системе пробоотбора.

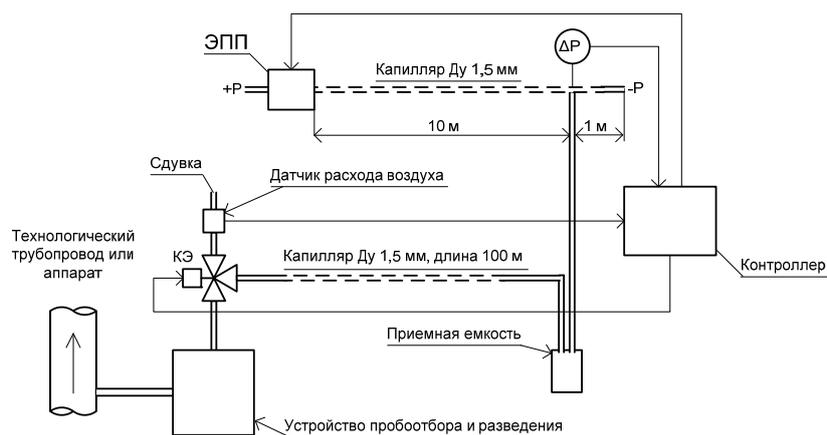


Рис.1 Блок-схема макета устройства транспортировки разведенных проб с выхода устройства пробоотбора и разведения

Для проверки возможности транспортировки разведенных проб технологических растворов с использованием КИЛ был разработан макет соответствующего устройства (рис. 1). Проведены исследования характеристик транспортировки проб растворов на расстояние 100 метров по полиэтиленовой КИЛ с внутренним диаметром 1,5 мм. Наружный диаметр КИЛ составлял 3 мм.

Основным предметом исследования являлось определение величины потерь разведенного раствора в КИЛ при транспортировке пробы с различными скоростями.

Определение величины потерь при транспортировке пробы

Определение количества раствора, остающегося в КИЛ после передачи пробы, осуществлялось по следующей методике. Трехходовой клапан был исключен из состава макета устройства транспортировки разведенных проб (см. рис. 1). Вход транспортной КИЛ опускался в небольшую расходную емкость с раствором (или водой), предварительно взвешенной с погрешностью менее ± 1 мг. С помощью разрежения в КИЛ принималось из расходной емкости 10 мл раствора, после чего расходная емкость устанавливалась на место приемной. Вход транспортной КИЛ подключался к датчику расхода воздуха, затем с заданной скоростью проводилась транспортировка отобранной порции в приемную емкость, разрежение в которой регулировалось с помощью ПИД-регулятора по сигналу датчика расхода воздуха. После окончания процедуры емкость повторно взвешивалась, доля пробы $\delta_{пр}$ (%), оставшаяся в КИЛ, оценивалась как:

$$\delta_{пр} = 100 * (P_{расх} - P_{прием}) / P_{10мл}$$

где: $P_{расх}$, $P_{прием}$, $P_{10мл}$ – вес расходной емкости, приемной емкости, пробы 10 мл.

Полученные результаты представлены в таблицах.

Таблица 1. Доля пробы, оставшаяся в КИЛ Ду 2мм, в зависимости от скорости пробы (в отсутствии ПИД-регулятора)

Скорость пробы, м/мин	1,1	3,3	4,5	5,4	7,3
Доля пробы в КИЛ, %	0,4	0,7	1,8	2,2	2,9

Таблица 2. Доля пробы, оставшаяся в КИЛ Ду 1,5 мм (дистиллированная вода, в присутствии ПИД-регулятора).

Скорость пробы, м/мин	7,7	14,3	20	34
Доля пробы в КИЛ, %	0,24	0,6	0,63	1,2

Как видно из приведенных результатов, при скоростях порядка 7 м/мин КИЛ с внутренним диаметром 2мм характеризуется на порядок большей долей пробы, оставшейся в КИЛ после завершения транспортировки, чем в КИЛ Ду 1,5 мм. Обе КИЛ полиэтиленовые, с гладкими не смачиваемыми внутренними поверхностями. При погружении вертикально в воду мениск внутри КИЛ Ду 1,5 мм находится ниже поверхности на 5 мм, мениск внутри КИЛ Ду 2 мм находится ниже поверхности на 2 мм. Несмотря на то, что капиллярное давление в трубках отличается только в 2,5 раза, условия «отрыва» микрокапель жидкости при движении пробы отличается достаточно значимо.

Гипотеза условий «отрыва» микрокапель в транспортной КИЛ

Для объяснения условий «отрыва» микрокапель жидкости при движении пробы первоначально была предложена следующая гипотеза.

Течения жидкости разделяют на ламинарный и турбулентный. При ламинарном течении жидкости на прямом участке трубы постоянного сечения все линии тока направлены параллельно оси трубы, при этом отсутствуют поперечные перемещения частиц жидкости. Стационарность ламинарного потока характеризуется неизменностью параметров с течением времени, таких как скорость, разность давлений. При турбулентном же движении наряду с основным продольным перемещением жидкости наблюдаются поперечные перемещения и вращательные движения отдельных объемов жидкости и это может инициировать отрыв микрокапель жидкости.

Переход от ламинарного режима к турбулентному наблюдается при определенной скорости движения жидкости. Эта скорость называется критической $v_{кр}$. Значение этой скорости прямо пропорционально кинематической вязкости жидкости и обратно пропорционально диаметру трубы:

$$v_{кр} = \frac{\nu}{d} \cdot k,$$

где ν -кинематическая вязкость; k -безразмерный коэффициент; d -внутренний диаметр трубы.

Входящий в эту формулу безразмерный коэффициент k , одинаков для всех жидкостей и газов, а также для любых диаметров труб. Этот коэффициент называется критическим числом Рейнольдса $Re_{кр}$ и определяется следующим образом:

$$Re_{кр} = \frac{v_{кр} d}{\nu}$$

Установлено, что для труб круглого сечения значение $Re_{кр}$ примерно равно 2300. Таким образом, критерий подобия Рейнольдса позволяет судить о режиме течения жидкости в трубе. При $Re < Re_{кр}$ течение является ламинарным, а при $Re > Re_{кр}$ течение является турбулентным. Точнее говоря, вполне развитое турбулентное течение в трубах устанавливается лишь при Re примерно равно 4000, а при $Re = 2300 \dots 4000$ имеет место переходная, критическая область.

Результаты проведенных экспериментов показали, что для данных скоростей подачи пробы значение критерия Re лежит в пределах от $0,25 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-5}$. Это

указывает на то, что движение пробы происходит в заведомо ламинарном режиме и предложенная гипотеза не подтверждается.

Как показывают исследования, при ламинарном течении жидкости в круглой трубе максимальная скорость находится на оси трубы. У стенок трубы скорость равна нулю, т.к. частицы жидкости покрывают внутреннюю поверхность трубопровода тонким неподвижным слоем. От стенок трубы к ее оси скорости нарастают плавно. На рис. 2 приведено движение потоков, рассмотренное относительно системы координат, привязанной к движущейся пробе.

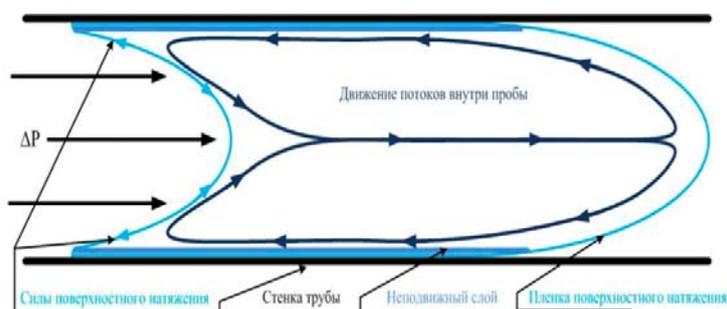


Рис. 2. Движение пробы по трубке капилляра.

При действии силы обусловленной наличием перепада давления, силы, действующие на поверхности заднего мениска пробы, направлены на разрыв пленки поверхностного натяжения. При определенных условиях целостность пленки нарушается и происходит «отрыв» микрокапель жидкости. Данный процесс сложно поддается математическому описанию и мало изучен.

Необходимо учитывать, что на условия транспортировки также влияет и состав пробы. Это подтверждает следующий опыт, проведенный с азотной кислотой. В этом случае с учетом разведения в 50 раз, в качестве модели разведенной пробы примем раствор азотной кислоты с концентрацией 6 г/л. Соответствующие результаты, полученные для КИЛ Ду 1,5 мм, приведены в таблице 3.

Таблица 3. Доля пробы, оставшаяся в КИЛ Ду 1,5 мм (HNO_3 , 6 г/л).

Скорость пробы, м/мин	7,7	14,3	20
Доля пробы в КИЛ, %	0,4	0,65	1,1

Некоторое отличие полученных для раствора азотной кислоты результатов по сравнению с дистиллированной водой объясняется более высоким поверхностным натяжением диэлектрика - дистиллированной воды. С другой стороны, как только появляется проводимость, силы поверхностного натяжения уменьшаются и для слабых растворов азотной кислоты значимо от её концентрации не зависят, что позволяет принять полученные результаты как достаточно достоверную оценку доли проб растворов переработки ОЯТ, остающихся в КИЛ Ду 1,5 мм.

Система стабилизации скорости транспортировки пробы

Объектом экспериментального и теоретического исследования являлась система стабилизации скорости пробы (см. рис. 3).

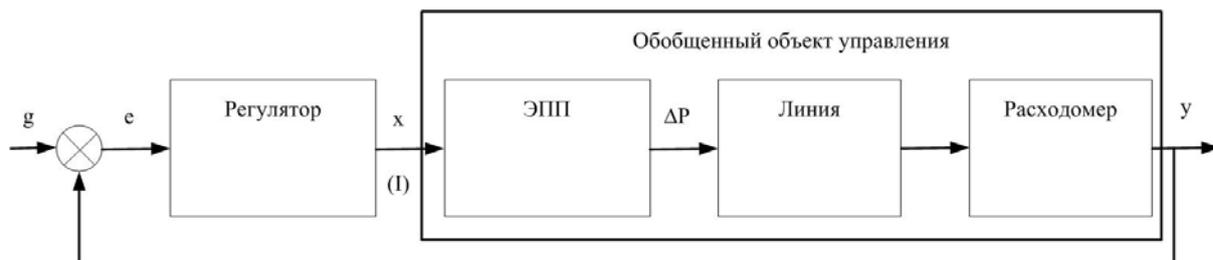


Рис. 3. Система стабилизации скорости пробы.

Управляемой переменной системы является сигнал датчика расхода воздуха на входе транспортной КИЛ. Управляющим воздействием - сигнал, подаваемый на электропневматический преобразователь, задающий через пневматический делитель величину разрежения в приемной емкости ЭПП, собственно, линия с пробой и расходомер составляют обобщенный объект управления.

Для иллюстрации процессов управления скоростью перемещения пробы в отсутствие автоматического регулирования на рис. 4 приведены графики переходных процессов, полученные на макете устройства при ступенчатом изменении тока ЭПП в ходе транспортировки пробы объемом 10 мл. Ток ЭПП устанавливался равным 4, 8 и 12 мА, соответствующее давление на выходе ЭПП: 20, 40 и 60 кПа. Так как скорость пробы определяется исходя из измеренного значения расхода воздуха, то во время выдачи пробы в приемную емкость скорость пробы возрастает, происходит скачок расхода воздуха и кажущийся скачок скорости пробы в её отсутствие. Этот момент соответствует времени 17:21 на рис. 4. На основании экспериментальных исследований приведенных на рис. 4 проведена идентификация обобщенного объекта управления (см. рис. 5)

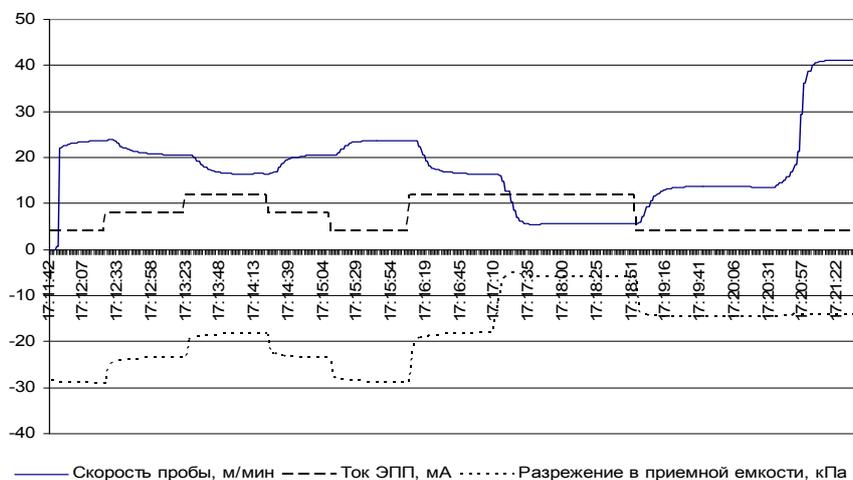


Рис. 4. Графики переходных процессов при перемещении пробы 10 мл.

Объект, судя по виду переходной функции, может быть описан аperiодическим звеном первого порядка с транспортным запаздыванием:

$$W(s) = Ke^{-\tau s} / (Ts + 1) \quad (4.5)$$

где: K – коэффициент передачи;

τ – транспортное запаздывание;

T – постоянная времени, характеризующая инерционность и равная 1/3 от времени установления переходного процесса T_y .

Результаты идентификации полученные путем усреднения данных четырех экспериментов сведены в таблицу 4.

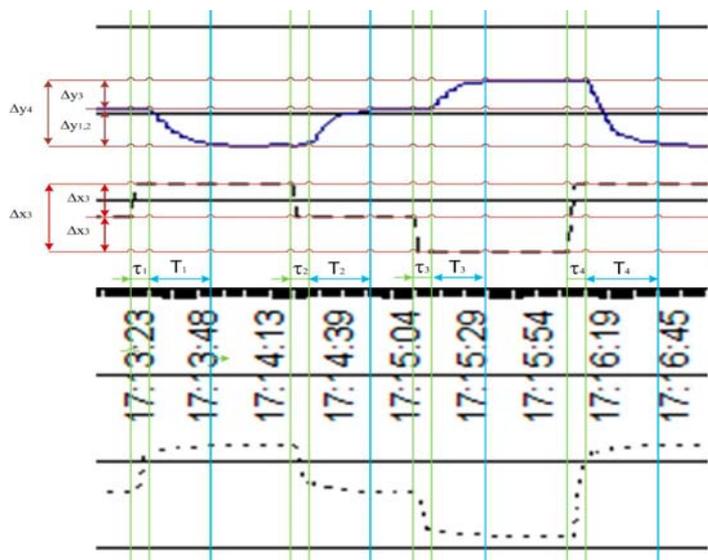


Рис. 5. Идентификация обобщенного объекта управления.

Таблица 4. Результаты идентификации параметров объекта управления.

№ эксперимента	Δx , мА	Δy , м/мин	K , м/(мин*мА)	τ , с	T_y , с
1	4	4,0	1,0	5,0	24
2	4	4,0	1,0	5,0	24
3	4	3,3	0,8	5,0	21
4	8	7,3	0,9	5,0	28
Среднее	-	-	0,92	5,0	24

На основе полученных результатов показано, что переходной процесс изменения скорости пробы при скачкообразном изменении тока управления ЭПП соответствует аperiodическому звену с постоянной времени 8 сек, транспортным запаздыванием 5 сек и коэффициентом передачи 0,92.

При расчете параметров регулятора важно, чтобы размерность времени параметров объекта, закона управления и цикла дискретизации по времени в контроллере совпадали.

Значения параметров регулятора, рассчитанные на основе метода оптимального модуля приведены в таблице 4.6.

Таблица 5.. Параметры регулятора.

Параметр	Значение для времени в сек,	Значение для времени в мин
K_r	256	4,2
T_i	25,7	0,43
T_d	1,56	0,026

На рис. 6 показаны графики переходных процессов при перемещении пробы объемом 10 мл с включенным ПИД-регулятором по КИЛ D_y 1,5 мм, , длиной 100 м.

Постоянные дифференцирования T_d и интегрирования T_i соответствуют оптимальным значениям из табл. 4.6, коэффициент передачи варьируется: до 18:13:08 $K_r = 1,5$; до 18:13:08 $K_r = 2,5$; до 18:13:08 $K_r = 4,2$. Задание скорости изменялось как: 5, 10 и 15 м/мин.

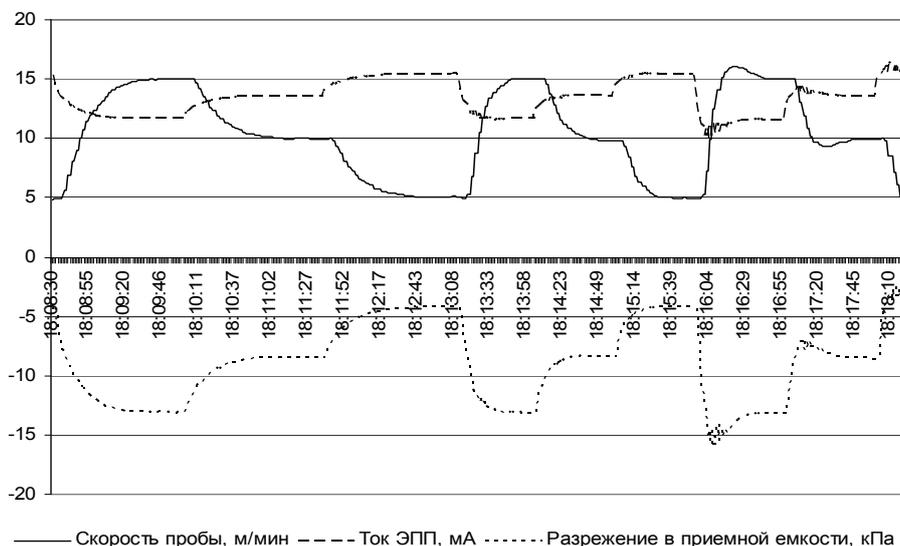


Рис. 6. Графики переходных процессов с ПИД-регулятором.

Из полученных результатов следует, что для оптимальной величины коэффициента передачи регулятора $K_r = 4,2$ при небольшом и приемлемом перерегулировании время установления переходного процесса T_y составляет приблизительно 9 сек. Тем самым обеспечивается достаточно хорошее регулирование скорости транспортировки пробы.

Заключение

Разработанное техническое решение возможно использовать для транспортировки аналитических проб растворов по капиллярным импульсным линиям (КИЛ) на достаточно большие расстояния (по крайней мере – 100 метров). Указанный способ транспортировки позволит существенно снизить стоимость и повысить оперативность доставки проб радиоактивных растворов от места их отбора из технологического оборудования в аналитическую лабораторию, по сравнению с применяемым сегодня на радиохимических заводах способом доставки проб с помощью пневмопочты или конвейера.

Проведено экспериментальное исследование характеристик устройства транспортировки разведенных проб. В результате установлено, что потеря раствора при транспортировке на 100 метров при скоростях $5 \div 20$ м/мин не превысит $0,5 \div 1,5$ % от общего объема пробы. Потери раствора тем меньше, чем меньше скорость транспортировки. В устройстве транспортировки проб обеспечено регулирование скорости перемещения пробы.

При транспортировке проб технологических продуктов в условиях ПРК целесообразно применение для каждого типа продукта своей КИЛ. Стоимость метра полиэтиленовой КИЛ в конце 2014 года составляла 7 рублей за метр. Индивидуальные КИЛ не требуют промывки и просушки перед передачей очередной пробы, что существенно снижает общее время транспортировки и количество радиоактивных отходов. При передаче очередной пробы она «собирает» остатки

предыдущей и перемешивается с ними. Например, если концентрация какого-либо элемента в пробе снизилась на 20%, то систематическая погрешность определения его концентрации в очередной пробе за счет перемешивания с остатками предыдущей не превысит 0,4%, что пренебрежимо мало в условиях проведения радиохимических экспериментов.

Отдельной задачей, решение которой предстоит, является разработка ввода в регулятор скорости управления по возмущению, с помощью которого можно будет обеспечить транспортировку проб по вертикальным участкам КИЛ.

Список литературы:

1. Разработка системы автоматического отбора проб радиоактивных растворов в условиях УТМ. Научно-технический отчет: Рег. № 03/09-14 /ООО «Сенсор» - Гатчина, 2014, - 40 с.
2. Гурецкий Х. "Анализ и синтез систем управления с запаздыванием". Перевод с польского А.Н. Дмитриева, М: Машиностроение, 1974 – 328 с.
3. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. М.: Изд-во академии наук, 1952. 250 с.
4. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М.: Изд-во «Химия», 1976. 117 с.

Разработка инструментария оперативной идентификации рисков в ИТ-проектах

Дайбова К.Е., Николаенко В.С.
kdajbova@yandex.ru, nikolaenkovs@tpu.ru

Научный руководитель: Николаенко В.С., кафедра МЕН ИСГТ ТПУ

Согласно статистическим данным, представленным *The Standish Group International* в 2014 году, 75% реализованных ИТ-проектов столкнулись с рисками, которые повлекли изменения в базовых планах. Причем наступившие риски оказали негативное влияние на ИТ-проекты и привели к перерасходу запланированных бюджетов примерно на 89%, снижению качества и увеличению сроков разработки [1]. В связи с этим могут быть определены актуальными проблемы, связанные с управлением рисками, их идентификацией, анализом и контролем в ИТ-проектах.

Целью статьи является разработка инструментария оперативной идентификации рисков в ИТ-проектах.

Для реализации цели были решены следующие задачи:

1. изучены подходы и основные процедуры управления рисками (идентификация, анализ, реагирование, мониторинг и контроль);
2. проанализированы основные методы идентификации рисков;
3. разработан инструментарий, позволяющий менеджеру ИТ-проекта оперативно идентифицировать рисковые события.

Для решения первой задачи были изучены основные процедуры управления рисками: идентификация, анализ, реагирование на риск, мониторинг и контроль (рисунок 1). Под термином «риск» в данной статье будем понимать вероятные негативные или позитивные события, которые могут оказать влияние на проект [2]. Рассмотрим каждую процедуру подробнее.