

## Формирование учебных занятий с применением измерительной системы для измерения шероховатости поверхности MarSurf XR 20

*О.Б.Бавыкин*

*Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)*

**Аннотация:** В статье предложен вариант использования в учебном процессе средства измерений MarSurf XR 20. Применение заключается в выполнении студентами лабораторной работы по оценке параметров шероховатости поверхности, включающей разработку измерительного алгоритма в программе MarWin, предназначенного для управления установкой MarSurf XR 20 и обработки полученных результатов. Предложена схема, используемая для проверки теоретического уровня подготовленности студента, а также для защиты лабораторной работы. Оценивание проходит в форме компьютерного тестирования в программе MyTestX. Обозначены дальнейшие перспективы применения установки в учебном процессе.

**Ключевые слова:** шероховатость поверхности, лабораторные работы, MarSurf XR 20, MarWin, MyTestX.

Кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация» Университета машиностроения [1] ведет подготовку бакалавров и магистров по ряду направлений, среди которых - 221700.62 «Стандартизация и метрология».

В стандарте на это направление (Приказ от 22 декабря 2009 г. № 799 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 221700 Стандартизация и метрология (квалификация (степень) «бакалавр»)» [Текст]// Министерство образования и науки Российской Федерации, 2009. – С. 10) изложены требования к профессиональным компетенциям выпускников в области освоения современных средств измерения и программных продуктов.

Для формирования советующих компетенций кафедрой, в рамках Программы стратегического развития [2], закуплена измерительная установка MarSurf XR 20 [3] и разработаны лабораторные работы по оценке шероховатости поверхности деталей, обработанных различными методами.

Упомянутый прибор представляет собой контактное устройство для измерений параметров шероховатости поверхности (рис. 1). На гранитной плите смонтирована массивная колонна с высокоточными направляющими, на которой крепится привод с установленным в нем датчиком. Деталь крепится на специальной столике или непосредственно на плите. Компьютер подключен к датчику, приводам и элементам управления перемещениями. Управление всеми автоматизированными перемещениями осуществляется при помощи меню на экране монитора с «подсказками» и мышки.

Действие прибора основано на принципе ощупывания неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой (щупом) и преобразования возникающих при этом механических колебаний щупа в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям, которые усиливаются и преобразуются в микропроцессоре. Результаты измерений выводятся на монитор компьютера для выполнения дальнейших расчетов.



Рис. 1. – Система MarSurf XR20

Измерительный преобразователь прибора представляет собой индуктивный датчик. Для расширения области использования прибор снабжен набором щупов, которые различаются размером и формой

удлинителя, что позволяет измерять шероховатость в отверстиях диаметром от 3 мм, в канавках, на профилях зубчатых колес.

Основные технические характеристики системы MarSurf XR20 представлены в таблице 1.

Таблица №1

Основные технические характеристики системы MarSurf XR20

Измеряемые параметры шероховатости	65 параметров для R, P и W профилей, установка допусков и статистика
Диапазон измерений, мкм	От $\pm 25$ до $\pm 2500$ в зависимости от типа датчика
Разрешение профиля, нм	0,5 на диапазоне $\pm 25$ мкм; 5 на диапазоне $\pm 250$ мкм; 50 на диапазоне $\pm 2500$ мкм
Отсечка шага $\lambda_c$ , мм	0,025; 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8
Отсечка шага $\lambda_s$ , мкм	2,5; 8; 25
Длина оценки, мм	0,56; 1,75; 5,6; 17,5; 56
Число базовых длин в длине оценки	От 1 до 50 (стандартное 5)
Радиус щупа, мкм	5
Тип фильтра	2RC-75%, 2RC-FC, Гауссов – 50%, специальный по ИСО 13565-1
Измерительное усилие, мН	0,7
Предел допускаемой основной систематической погрешности, %	5
Питание, В	220 $\pm$ 10
Масса, кг	160 со стойкой ST 500
Диапазон рабочих температур, °С	5-35

Предлагаемые лабораторные работы предусматривают активное применение программы MarWin: она используется для написания измерительного алгоритма, выполнения измерений и обработки измерительной информации с последующим представлением результатов в

удобной форме. Основные шаги создания измерительного алгоритма следующие:

1) во вкладке «Параметры» поверхности выбрать параметры шероховатости и волнистости, по которым будет проводиться оценка, а также настроить фильтры. Кроме того, в упомянутой вкладке необходимо задать значения допусков на выбранные параметры;

2) во вкладке «Экспортировать» настроить параметры сохранения полученных результатов измерения: отключить сохранение ошибок экспорта результатов, отключить автоматический экспорт профиля и результатов, включить автоматический экспорт записи измерения в формате PDF. В графе «Экспортировать файл» задать его имя. При этом путь сохранения файлов выглядит следующим образом – C:/Mahr/Users/Administrator/Export;

3) перейти в меню «Помощник измерения», в главном окне которого указать общие настройки измерения (значение контактной скорости, скорости линейного позиционирования и др.), а также в «Сведениях о профиле» внести справочную информацию (название детали, имя контролера и др.);

4) в меню «Помощник измерения» в разделе «Измерение» назначить длину трассирования, скорость измерения и интервал измерения. При необходимости включить и выбрать число многократных измерений из предлагаемого ряда (2-5, 10,50);

5) запустить процедуру измерения, нажав на кнопку «Начало» в «Помощнике измерения».

Разработаны варианты лабораторной работы, содержащие необходимую входную информацию для программирования алгоритма по описанной выше последовательности. Характеристики первых двух вариантов представлены в таблице 2.

Таблица №2

Пример вариантов исходной информации для написания измерительного алгоритма в программе MarWin

№ варианта	Параметры алгоритма
1	Оцениваемые параметры шероховатости: Ra Допуски: 0-1 мкм Имя файла экспорта содержит имя контролера, дату, название лаборатории Измерения однократные Скорость измерения: 0.1 мм/с Длина трассирования: 1.75 мм
2	Оцениваемые параметры шероховатости: Ra, Rz Допуски: 0,5-0,75 мкм (для обоих параметров) Имя файла экспорта содержит дату и время Измерения многократные (2 наблюдения) Скорость измерения: 0.1 мм/с Длина трассирования: 17.5 мм

Оценка теоретического уровня подготовленности студента, а также защита выполненной лабораторной работы происходят по схеме, изображенной на рис. 2. Стоит отметить, что по этой схеме контроль знаний осуществляется в форме компьютерного тестирования в программном обеспечении MyTestX, хорошо себя зарекомендовавшем [4].

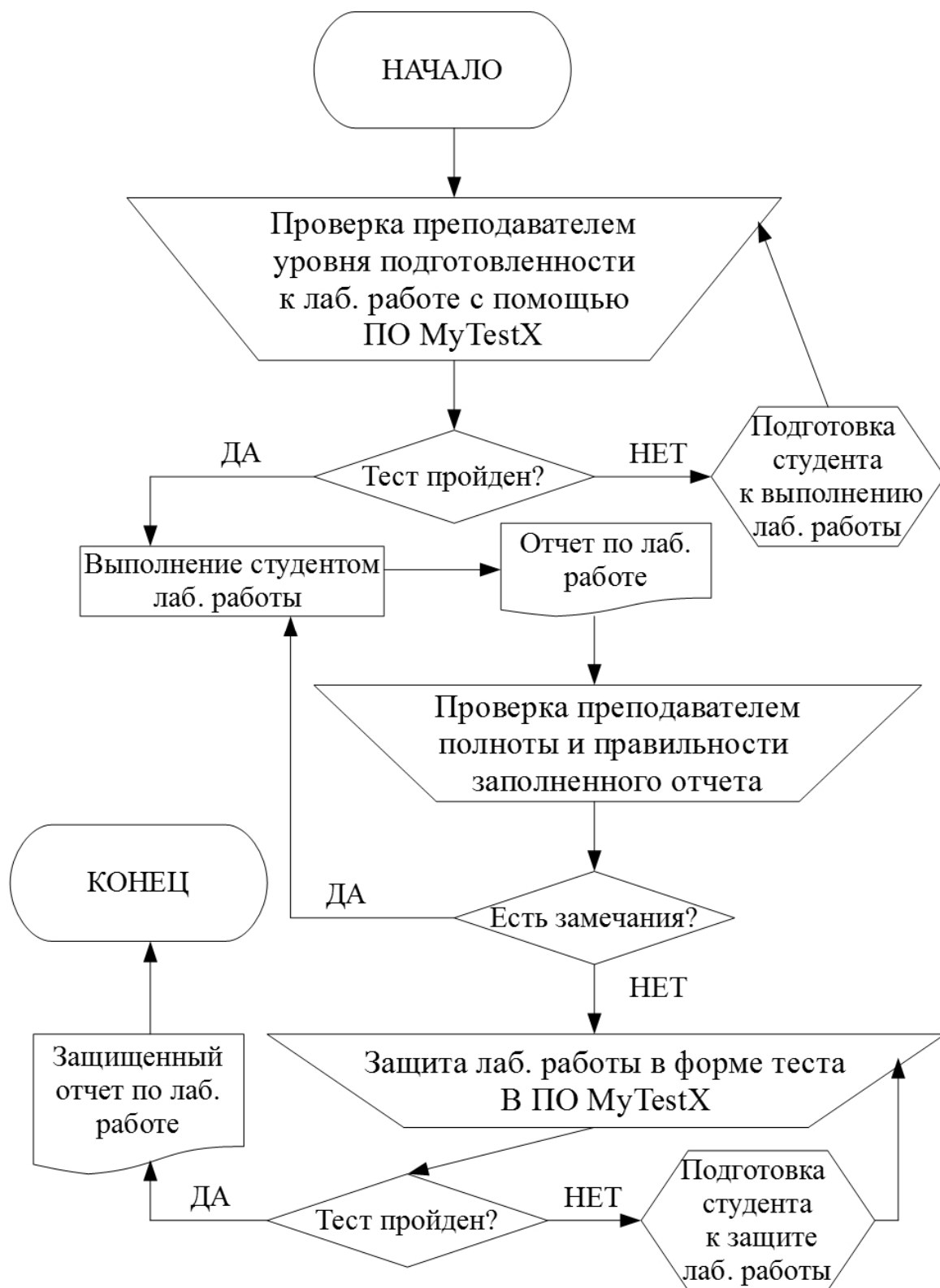


Рис. 2. – Схема выполнения лабораторной работы

Дальнейшие перспективы применения установки в учебном процессе связаны с возможностью программы MarWin представлять результаты измерений (профилограмму) в виде временного ряда данных. Это открывает широкие возможности по применению такого современного метода исследования структур, как фрактальный анализ [5-7], в частности – R/S-анализ [8,9].

По результатам ряда исследований [5-9], такая численная характеристика, как фрактальная размерность (параметр D), наилучшим образом описывает свойства поверхности, сформированной современными методами обработки (например, полученной размерной электрохимической обработкой [10]).

### **Выводы**

В заключение можно отметить, что проведение лабораторных занятий с учетом разработанного алгоритма программирования и предложенной схемы позволит студентам овладеть следующими компетенциями (Приказ от 22 декабря 2009 г. № 799 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 221700 Стандартизация и метрология (квалификация (степень) «бакалавр»)» [Текст]// Министерство образования и науки Российской Федерации, 2009. – С. 10):

- способность и готовность приобретать с большой степенью самостоятельности новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-4);

- способность применять математический аппарат, необходимый для осуществления профессиональной деятельности (ОК-15);

---



- способность использовать в социальной жизнедеятельности, в познавательной и в профессиональной деятельности навыки работы с компьютером, работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-16);

- выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля и управления качеством (ПК-3);

- проводить изучение и анализ необходимой информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизацию, проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств (ПК-17);

- проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций (ПК-20).

### Литература

1. «МАМИ» - технический университет URL: [www.mami.ru](http://www.mami.ru) (дата обращения 23/07/14).
2. Программа развития «Московского государственного машиностроительного университета «МАМИ» на 2012-2020 гг. URL: [www.mami.ru/psr/?p=program](http://www.mami.ru/psr/?p=program) (дата обращения 23/07/14).
3. MahrFertigungsmesstechnik URL: [www.mahr.de/](http://www.mahr.de/) (accessed 23/07/14)
4. Бавыкин О.Б. Применение в образовании специализированных компьютерных программ «NOVA» и «MYTESTX» // IDO Science., 2011. № 1. С. 10-11.





5. Бавыкин О.Б. Оценка качества поверхности машиностроительных изделий на основе комплексного подхода с применением многомерной шкалы // Известия МГТУ «МАМИ», 2012. №1 (13). С. 139-142.
6. Гачаев А.М. О фрактальной структуре нефтегазовых месторождений // «Инженерный вестник Дона», 2011, №1 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392)
7. Янюшкин В.В. Фрактальный подход при моделировании процессов протекания в капиллярно-пористых средах на примере решения задач обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях и охраны природы // «Инженерный вестник Дона», 2008, №2 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2008/56](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2008/56)
8. Mandelbrot B.B., 1987. Fractals // Encyclopedia of Physical Science and Technology, N.Y.: Academic Press, V.5.: 579-593.
9. Hurst H.E., Black R.P., Simaika Y.M., 1965 Long-Term Storage: An Experimental Study / L.: Constable. 145 P.
10. Саушкин Б.П. Перспективы развития и применения физико-химических методов и технологий в производстве двигателей // Известия МГТУ «МАМИ», 2012. Т. 2. №2 (14). С. 242-248.

### References

1. «МАМИ» - tekhnicheskiy universitet [«МАМИ» - the technical university] URL: [www.mami.ru/](http://www.mami.ru/)
2. Programma razvitiya «Moskovskogo gosudarstvennogo mashinostroitel'nogo universiteta «МАМИ» na 2012-2020 gg [Development program "Moscow State University engineering" MAMI "for 2012-2020]. URL: [www.mami.ru/psr/?p=program](http://www.mami.ru/psr/?p=program)



3. MahrFertigungsmesstechnik URL: [www.mahr.de/](http://www.mahr.de/)
4. Bavykin O.B. P IDO Science, 2011. № 1. pp.10-11.
5. Bavykin O.B. Izvestiya MGTU «MAMI», 2012. №1 (13). pp.139-142.
6. Gachaev A.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №1 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/392)
7. Yanyushkin V.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2008, №2 URL: [www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2008/56](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2008/56)
8. Mandelbrot B.B., 1987. Fractals // Encyclopedia of Physical Science and Technology, N.Y.: Academic Press, V.5.: 579-593.
9. Hurst H.E., Black R.P., Simaika Y.M., 1965 Long-Term Storage: An Experimental Study //L.: Constable. 145 P.
10. Saushkin B.P. Izvestiya MGTU «MAMI», 2012. T. 2. №2 (14). pp. 242-248.