

# Контроль та менеджмент якості

УДК 004.7: 65.01

О.Б. Бавыкин, О.Ф. Вячеславова, С.А. Зайцев

Московский государственный технический университет «МАМИ», Москва, Россия

## КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

В статье предложен универсальный алгоритм проведения лабораторного практикума по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», включающего исследование структурно-динамических характеристик поверхности скана образца при помощи программного модуля, методов и инструментов программы NOVA, а так же компьютерное оценивание уровня знаний студентов в программе MyTestX. Описаны цели разработки, представлена блок-схема алгоритма, а так же раскрыты его основы: программная, техническая и учебно-методическая.

**Ключевые слова:** NOVA, практические занятия, качество поверхности, тестирование, фрактал.

### Цели разработки

На кафедре «Стандартизация метрология и сертификация» МГТУ «МАМИ» разработана концепция комплексного использования в учебном процессе современного компьютерного программного обеспечения. Цели этой разработки следующие:

– создание условий для применения парка компьютеров лаборатории в научно-исследовательской работе по изучению топографии и топологии поверхности материала, полученного как традиционными, так и современными методами обработки;

– проведение на компьютерах практических занятий по изучению студентами геометрико-структурных параметров поверхности материала, как по всей ее площади, так и в заданных участках;

– развитие у студентов аналитических способностей по интерпретации результатов оценки качества поверхности;

– внедрение в учебный процесс современных компьютерных технологий для контроля знаний студентов.

### Основы концепции

Предлагаемая концепция базируется на трех основах (рис. 1):

- программная основа;
- техническая основа;
- учебно-методическая основа.

Компьютерная программа NOVA разработана компанией «НТ-МДТ» (г. Зеленоград) и служит для управления Зондовыми Нанолaborаториями, скомплексованными на базе платформы ИНТЕГРА и Сканирующими Зондовыми Микроскопами, скомплексованными на базе платформы Solver. Возмож-

ности этой программы (реализованные встроенными программными модулями, методами и инструментами) широки: от настройки и управления сканирующим зондовым микроскопом или нанолaborаторией до обработки и сохранения данных, полученных на приборе [1].

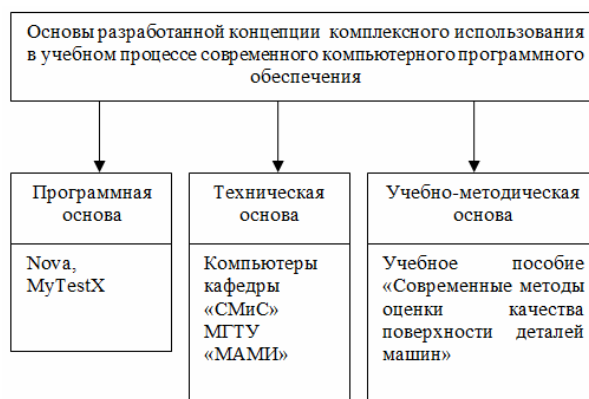


Рис.1. Основы концепции комплексного использования в учебном процессе современного компьютерного программного обеспечения

Кроме того, работа с некоторыми модулями рассматриваемого программного обеспечения возможна и без наличия подключенного к компьютеру сканирующего зондового микроскопа или нанолaborатории, что делает программу NOVA гибким инструментом для исследований заранее полученных с помощью зондового микроскопа данных – сканов образцов.

В качестве еще одной положительной особенности продукта, разработанного компанией «НТ-МДТ», можно выделить способность исследовать элементы скана в широком диапазоне: от микро- до наноуровня.

Также особо стоит отметить наличие в рассматриваемом программном обеспечении возможности вычислять фрактальные размерности скана образца, которые выступают в качестве дополнительного критерия оценки качества поверхности и ее динамических свойств, что особенно важно при исследовании рельефа образца, полученного новыми электрохимическими и электрофизическими методами обработки [2].

Учитывая вышеописанные характеристики программы NOVA, представляется целесообразным использование ее в учебном процессе.

Второй элемент программной основы – это программное обеспечение MyTestX, которое выступает в качестве инструмента, используемого для допуска студентов к проведению практических занятий и оцениванию качества его выполнения по окончании.

В техническую основу комплекса входят настроенные и подготовленные к практическим занятиям компьютеры кафедр «СМиС».

Учебно-методическую основу составляет учебное пособие «Современные методы оценки качества поверхности деталей машин». В этой книжке изложены аспекты качества поверхности деталей машин, в том числе описаны традиционные и современные методы изучения шероховатости, а так же приведен порядок выполнения практического занятия и представлены варианты заданий

### Алгоритм проведения лабораторного практикума

В МГТУ «МАМИ» на кафедре «Стандартизация, метрология и сертификация» были проанализированы программный модуль обработки изображений [3], его методы и инструменты с целью создания на компьютерах лаборатории кафедры практических занятий для изучения рельефа поверхности материалов, полученных современными и традиционными методами обработки. Результаты этой работы представлены в табл. 1. Описания выходных данных второго этапа практического занятия отдельно изложены в табл. 2.

Таблица 1

Методы и инструменты программы NOVA, используемые в практических занятиях

Этап практического занятия	Программный модуль, метод, инструмент программы NOVA, необходимые для выполнения этапа	Выходные данные применения программного модуля, метода, инструмента
1 Определение основных характеристик скана образца	–	Scan point size, scan physical size
2 Оценка качества поверхности скана 2.1 Оценка шероховатости всей поверхности скана 2.2 Оценка шероховатости заданной области скана 2.3 Оценка шероховатости заданного сечения скана	программный модуль analysis, метод roughness analysis, инструмент select region, метод section analysis, инструмент arbitrary L, инструмент X section, инструмент Y section, инструмент center section	Наименование выходных данных и их описание представлены в таблице 2
3 Определение фрактальных размерностей поверхности скана	программный модуль analysis, инструмент fractal	Support dimension, Information dimension, Correlation dimension

Таблица 2

Выходные данные второго этапа практического занятия и их описание

Наименование параметра	Описание параметра
Amount of sampling	Число точек равно $N_x * N_y$
Max	Максимальная высота
Min	Минимальная высота
Peak-to-peak, Ry	Размах высот (peak to peak value), nm
Ten point height, Rz	$Rz = 1/5(Z_{max1} + Z_{max2} + Z_{max3} + Z_{max4} + Z_{max5} - Z_{min1} - Z_{min2} - Z_{min3} - Z_{min4} - Z_{min5})$ , десять точек по высоте, параметр выражает шероховатость поверхности по выбранным пяти максимальным высотам и впадинам, nm
Average Roughness, Ra	Средняя арифметическая шероховатость, nm
RMS (Root Mean Square), Rq	Средняя квадратичная шероховатость, nm
Surface skewness, Rsk	Асимметрия (третий центральный момент $\mu_3$ ), характеризует несимметричность распределения. Если асимметрия отличается от нуля, то распределение несимметрично. Для симметричного (относительно центра) распределения асимметрия равна нулю. Асимметрия положительна, если распределение имеет длинный правый «хвост», и отрицательна, если распределение имеет длинный левый хвост
Coefficient of kurtosis, Rka	Экссесс (surface kurtosis, четвертый центральный момент $\mu_4$ ), характеризует протяженность распределения

На основе данных таблиц 1 и 2 предлагается универсальный алгоритм проведения лабораторного практикума по исследованию структурно-динамических характеристик поверхности образца в программах NOVA и MyTestX:

1. Самостоятельное изучение студентом теоретической части, посвященной вопросам качества поверхности, а так же традиционным и современным методам оценки шероховатости деталей машин. В качестве рекомендуемой литературы следует использовать [4, 5].

2. Проверка преподавателем теоретических знаний студента Контроль может осуществляться в виде компьютерного тестирования по разработан-

ным в [5] тестам.

3. Запуск студентом на ЭВМ программы NOVA и, в соответствии со своим вариантом, загрузка в нее скана образца и выполнение этапов практического занятия (табл. 1), с последующей записью результатов (табл. 2) своих исследований в журнал. Варианты и соответствующие им сканы, а так же образец журнала и задания представлены в [5].

4. Компьютерная защита студентом своей работы, выполненной в журнале и отметка об этом преподавателем.

Ниже, на рис. 2, изображена блок-схема предлагаемого алгоритма.

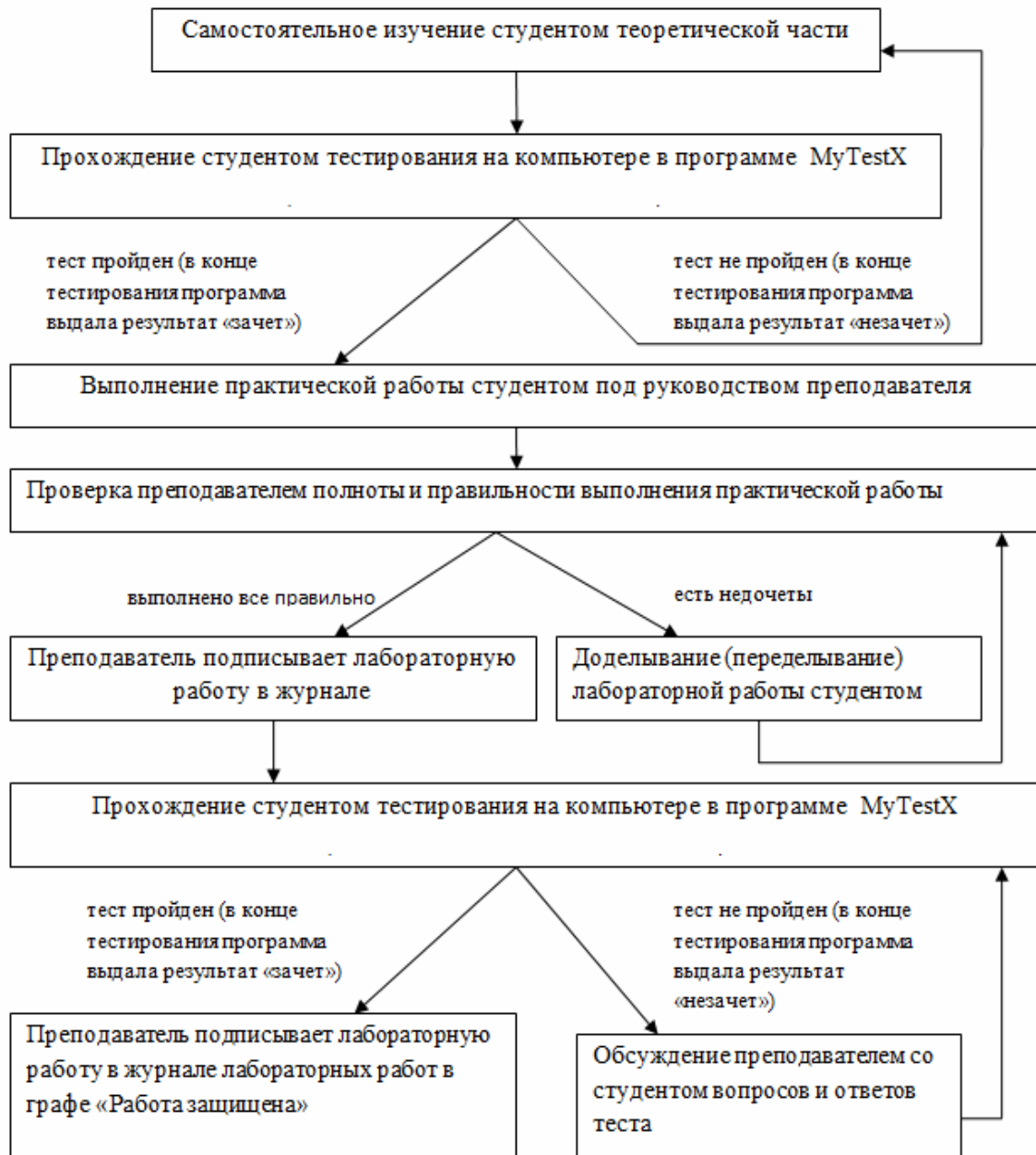


Рис. 2. Процесс выполнения лабораторной работы и последующая ее защита в программе MyTestX

## Результаты внедрения в учебный процесс предлагаемого алгоритма

Реализация предлагаемой концепции комплексного использования в учебном процессе современного компьютерного программного обеспечения по разработанному универсальному алгоритму позволит получить студентам навыки:

- использования современного программного обеспечения, предназначенного для работы со сканирующими зондовыми микроскопами и нанолaborаториями;

- изучения геометрико-структурных параметров поверхности как в ее отдельной точки или сечении, так и интегрально по всей области скана;

- проведения аналитической работы при интерпретации результатов исследований состояния поверхности, формируемой новыми электрохимическими и электрофизическими методами обработки деталей машин;

- прохождения компьютерного тестирования.

Основными результатами от внедрения тестирования студентов в программе MyTestX являются повышение их заинтересованности в усвоении учебного материала и, как следствие, улучшение дисциплины и посещаемости занятий.

Кроме того, уменьшилась вероятность возможных конфликтных ситуаций благодаря повышению объективности оценки знаний, а так же увеличилась рациональность использования времени, отведенного на занятия.

Необходимо отметить, что представленные методические материалы могут быть эффективно использованы при обучении по заочной и дистанционной формам обучения.

## Список литературы

1. ЗАО «Нанотехнология-МТД». Nova. Программное обеспечение для СЗМ: справочное руководство. – М.: «НТ-МДТ», 2006. – 405 с.

2. Исследование микрорельефа обработанных поверхностей с помощью методов фрактальных сигнатур / А.А. Потапов, В.В. Булавкин, В.А. Герман, О.Ф. Вячеславова // Журнал технической физики. – М., 2005. – Т. 75, вып. 5. – С. 38-45.

3. ЗАО «Нанотехнология-МТД». Nova. Модуль обработки изображений: справочное руководство. – М.: «НТ-МДТ», 2006. – 120 с.

4. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л. Миронов. – Нижний Новгород: Российская академия наук, институт физики микроструктур, 2004. – 114 с.

5. Вячеславова О.Ф., Бавыкин О.Б. Современные методы оценки качества поверхности деталей машин / О.Ф. Вячеславова, О.Б. Бавыкин. – М.: МГТУ «МАМИ», 2010. – 74 с.

Поступила в редколлегию 17.08.2011

**Рецензент:** канд. эконом. наук, доц. Е.С. Блинкова, Московский государственный технический университет "МАМИ", Москва, Россия.

## КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ТА ОЦІНКИ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ «МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ»

О.Б. Бавикін, О.Ф. Вячеславова, С.О. Зайцев

*У статті запропоновано універсальний алгоритм проведення лабораторного практикуму з дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація», що включає дослідження структурно-динамічних характеристик поверхні скана зразка за допомогою програмного модуля, методів та інструментів програми NOVA, а так само комп'ютерне оцінювання рівня знань студентів в програмі MyTestX. Описано мету розробки, представлена блок-схема алгоритму, а так само розкрито його основи: програмна, технічна та навчально-методична.*

**Ключові слова:** NOVA, практичні заняття, якість поверхні, тестування, фрактал.

## INTEGRATED USE OF MODERN COMPUTER SOFTWARE IN THE STUDY AND EVALUATION OF THE KNOWLEDGE OF STUDENTS BY DISCIPLINE "METROLOGY, STANDARDIZATION AND CERTIFICATION"

O.B. Bavykin, O.F. Vyacheslavova, S.A. Zaitsev

*The authors propose a universal algorithm for the laboratory workshop on the subject "Metrology, standardization and certification", which includes the study of structural and dynamic characteristics of scan a surface of the sample by means of software modules, methods and tools of the program NOVA, as well as computer evaluation of knowledge of students in the program MyTestX. We described the development goals, a block diagram of the algorithm, as well as revealed its foundations: software, technical and methodological.*

**Keywords:** NOVA, practical exercises, surface quality, testing, fractal.