

Особенности организации НИОКР студентов в лаборатории «Ионные технологии и покрытия» кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

© А.И. Беликов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Представлен опыт организации научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы студентов в лаборатории «Ионные технологии и покрытия» кафедры «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Учебный план кафедры отличается преподаванием на старших курсах специальной дисциплины «Инженерный практикум», благодаря которой студенты постоянно и регулярно занимаются научно-исследовательской и опытно-конструкторской работой (НИОКР). Приведены техническое обеспечение лаборатории и направления научно-технической работы. Рассмотрены вопросы методического обеспечения дисциплины «Инженерный практикум» на основе современных информационных технологий и ее связь с другими кафедральными дисциплинами. Особое внимание уделено индивидуальному подходу к каждому студенту и организации его работы в лаборатории с учетом взаимодействия со студентами других курсов кафедры. Реализация такого подхода обеспечивается созданием в лаборатории студенческих мини-групп, выполняющих в рамках инженерного практикума перспективные научно-технические и опытно-конструкторские работы.

Ключевые слова: научно-исследовательская работа студентов, лабораторный процесс, тонкопленочные технологии, информационное обеспечение.

Введение. Проведенные к 2012 году Ассоциацией инженерного образования России исследования уровня инженерного образования в России, базирующиеся на экспертных оценках как представителей промышленности, так и преподавателей инженерных вузов, свидетельствуют о низком уровне подготовки инженеров. И та, и другая категории экспертов сходятся во мнениях и характеризуют этот уровень в основном как «удовлетворительный» [1]. При этом 51 % экспертов полагает, что степень корреляционной зависимости между состоянием инженерного дела и состоянием инженерного образования является устойчивой. И это понятно, поскольку вследствие реорганизации экономической системы России в завершающем десятилетии XX века многие предприятия промышленности, балансируя на грани выживания, вынуждены были ослабить, а порой и вовсе отказаться от былых связей с профильными кафедрами технических вузов, что привело к ухудшению такой важной составляющей учебного процесса, как инженерная практика. В исследовании также отмеча-

ются недостаточная связь учебного процесса с реальным производством и его задачами, малый объем практики. Если добавить к вышесказанному тенденцию последних лет к неуклонному падению престижности профессии инженера, то в подобных социальных условиях факторов, способствующих повышению мотивации к обучению и накоплению знаний, у студентов инженерных вузов практически не остается. В этих условиях требуется поиск новых методических приемов, которые способствовали бы вовлечению студентов в регулярную инженерную деятельность на протяжении учебного процесса, повышению заинтересованности студента в активном обучении, в том числе и за счет его эффективной самореализации с учетом индивидуальных наклонностей и способностей.

Материально-техническое обеспечение лаборатории. Для успешного развития и профессионального становления студента как инженера и исследователя в рамках научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы необходимы наличие материальной базы и инфраструктуры современного уровня, возможность участвовать в решении масштабных и перспективных научно-технических задач.

Такая возможность применительно к современному направлению инженерии поверхности, связанному с разработкой и исследованием тонкопленочных технологий модификации поверхности, предоставляется студентам кафедры «Электронные технологии в машиностроении» в лаборатории «Ионные технологии и покрытия».

Лаборатория оснащена модернизированной вакуумной установкой Balzers-350G с технологической системой на основе автономного источника ионов для обработки поверхности и магнетронными распылительными системами для нанесения тонких пленок (рис. 1). Установка уникальная, технологическая система разрабатывалась и реализовывалась аспирантами и студентами лаборатории под задачи, которые планировались в рамках научно-исследовательского и учебного процессов, она обеспечивает обработку различных изделий и экспериментальных образцов.

Установка используется как в учебном процессе при проведении лабораторных работ по курсу «Электронные технологии», курсовых научно-исследовательских работ студентов (КНИРС), занятий по дисциплине «Инженерный практикум», так и для научно-исследовательских работ, в том числе по приоритетному направлению развития «Наноинженерия».

Наличие технологической базы и возможность получения опытных образцов как осязаемых результатов работы, безусловно, способствует проявлению у студентов интереса к исследовательской деятельности. Увлеченности студентов процессом инженерной работы



Рис. 1. Лабораторная вакуумная технологическая установка Balzers-350G

также способствует возможность здесь же, в лаборатории, самостоятельно осуществить измерение характеристик полученных покрытий. С этой целью лабораторию оснастили стендами для изучения свойств поверхности изделий и покрытий: микротвердомером ПМТ-3М, интерференционным микроскопом МИИ-4, измерителем шероховатости TR220, атомно-силовым микроскопом Solver-NEXT с приставкой для наноиндентирования поверхности. Некоторые из представленных в лаборатории стендов, например, трибометр и Callowear-тестер, являются результатом выполнения опытно-конструкторских работ непосредственно самими студентами.

Методическое обеспечение и организация учебно-лабораторного процесса. На кафедре постоянство и регулярность участия студентов в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах обеспечиваются наличием специальной дисциплины — «Инженерный практикум», которая в рамках шестилетнего курса обучения начинается на 4-м курсе и является еженедельной. По плану на нее выделяется один день в неделю, присутствует она в каждом

семестре, вплоть до преддипломной практики. Данная дисциплина существует в структуре кафедрального учебного плана уже более четверти века и является базой для применения студентами знаний, полученных в рамках теоретических курсов, в том числе и по кафедральным предметам, при решении практических инженерных задач. Фактически дисциплина «Инженерный практикум» стала основой для организации массовой НИОКР студентов кафедры на профильных предприятиях и в лабораториях кафедры. Следует отметить, что именно наличие инженерного практикума способствовало активному развитию кафедральных лабораторий по научным направлениям во времена спада промышленности, в условиях снижения возможностей предприятий по привлечению к работе на регулярной основе студентов и возникшей в связи с этим необходимостью переноса научной работы студентов в лаборатории кафедры. В то время студенты принимали активное участие в практических работах по разработке, запуску и модернизации оборудования и стендов для лабораторий кафедры, решая при этом практические инженерные задачи.

Основная цель дисциплины «Инженерный практикум» (ИП) — развитие навыков самостоятельной работы студентов по выбранному научно-техническому направлению, вовлечение на постоянной основе в практический инженерный процесс (в лабораторных и производственных условиях), раскрытие индивидуальных склонностей и способностей посредством решения актуальных научных и производственных задач.

В 7-м семестре, с началом инженерного практикума, студентам предоставляется возможность выбрать научно-техническое направление кафедры и научного руководителя. Кроме того, для выявления индивидуальных особенностей студента, его личных качеств и склонностей к тому или иному виду деятельности руководитель совместно со студентом обсуждает его возможное участие в работах и проектах лаборатории. Для этих целей в лаборатории реализуются работы, при выполнении которых требуется решение разноплановых задач: технологических, конструкторских, исследовательских, предоставляющих возможность развивать различные навыки студентов на основе углубленной проработки вопросов, связанных с изучением физики процессов, разработкой технологии, конструированием, программированием и т. п.

Семестровое учебное задание по дисциплине «Инженерный практикум» выдается студенту научным руководителем в начале каждого семестра, оно содержит обязательную и произвольную части (рис. 2). В каждом семестре обязательная часть однотипна для всех студентов и связана с закреплением и использованием в практической работе материала одной из специальных дисциплин, читаемых на кафедре (например, «Основы научных исследований», «Информационное обеспечение разработок и исследований», «Основы изо-

Факультет «Машиностроительные технологии»
Кафедра МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении»

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ
4 курс, 2 семестр

Студент: Юров Д.Н.

Группа: МТ-11-82

Тема: Исследование дискретных антифрикционных покрытий

Обязательная часть

Закрепление курса «Основы научных исследований».

Подготовка, проведение и анализ результатов эксперимента, моделирования и оптимизации процессов по теме инженерного практикума.

Произвольная часть (выдается руководителем инженерного практикума):

1. Изучение стенда и возможностей метода исследований CALOWEAR-тест применительно к дискретным покрытиям.
2. Проведение экспериментов по формированию дискретных покрытий.
3. Анализ и обработка экспериментальных данных.
4. Подготовительная работа к разработке системы каталогизации и поиска учебно-методической литературы направления.

Дата выдачи: 7 - 14 февраля 2012 г.

Дата дифференцированного зачета: июня 2012 г.

Руководитель: (Беликов А.И.)

Консультант: (Седых Н.С.)

Студент: (Юров Д.Н.)

Порядок выдачи задания и приема зачета по инженерному практикуму:

1. Выдача задания производится руководителем в электронном виде путем заполнения данного бланка (студенту выдается подписанная распечатка).
2. Срок выдачи — первые две недели семестра; контроль выдачи — наличие заполненных бланков заданий на кафедральном сервере (в кафедральной базе данных).
3. В задании на каждый семестр есть инвариантная и произвольная части: инвариантная часть - учебного плана по дисциплине «Инженерный практикум».
4. Прием инженерного практикума проводится в установленный в начале семестра срок в виде презентации, выполненной в Microsoft PowerPoint.
5. Основная группа студентов демонстрирует результаты инженерного практикума на компьютер преподавателя, принимающего зачет, а лучшие студенты — на научном семинаре кафедры (будут определены в середине семестра).

Рис. 2. Пример выдаваемого студенту задания на инженерный практикум

братательства»). Обязательная часть выполняется каждым студентом на основании фактического материала, который он лично набирает при выполнении произвольной части задания, по основной тематике инженерного практикума. Произвольная часть формулируется на каждый семестр научным руководителем студента и с каждым новым семестром дополняет и развивает потенциал студента, опираясь на пройденный ранее материал. Формирование и учет выданных студентам заданий ведется в кафедральной базе данных (рис. 3). Подготовленные студентом по результатам выполнения индивидуального задания отчет и презентация для дальнейшей защиты и оценки результатов выполненной им на ИП работы размещаются на кафедральном сервере.

установки разрабатывается система управления. В результате к моменту выполнения дипломного проекта студент осуществляет полный комплекс работ по решению задачи: разрабатывается технология, которая зачастую и реализуется на инженерном практикуме в лаборатории при его непосредственном участии; проводятся исследования, оптимизация, поиск новых решений; разрабатывается перспективное оборудование для реализации технологии. А в ряде случаев личные достижения на этом пути и накопленный материал становятся основой для дальнейшей научно-исследовательской работы и поступления в аспирантуру.

Особенности организации работы студента в коллективе лаборатории. В своих работах А.Н. Леонтьев [2] определяет личность как особое целостное качество, приобретаемое индивидом в обществе, в совокупности общественных отношений, в которые вовлекается. Личность создается общественными отношениями, в которые индивид вступает в своей деятельности, при этом индивидуальные особенности не уничтожаются, а являются предпосылками, условиями ее формирования. Они могут трансформироваться, но не являются определяющими личность. Личность порождается деятельностью и действует под влиянием различных мотивов.

Мощным фактором развития личности служит стремление индивида к самовыражению и проявлению в коллективе. Стремление студента к самовыражению, самореализации и проявлению себя в коллективе необходимо учитывать при организации работы в лаборатории. Важно на начальном этапе вхождения студента в коллектив разглядеть его сильные стороны, спланировать и построить его работу таким образом, чтобы, опираясь на свои лучшие качества, он смог эффективно проявить себя и стать в своем деле лучшим. Однако при этом не менее важно, чтобы он не отдалился и не противопоставил себя коллективу, иначе это может стать причиной будущих конфликтов и приведет к снижению эффективности решения общих задач. Каким же образом достичь гармонии между такими противоположными факторами?

Учет положительного опыта организации жизнедеятельности разновозрастных коллективов известными педагогами (например, А.С. Макаренко [3]) и использование воспитательных возможностей коллектива в такой ситуации могут способствовать решению этой проблемы. Следует отметить, что на старших курсах студенты наиболее быстро взрослеют, приобретают самостоятельность, ответственность при принятии решений. По этой причине даже годовая разница в курсе обучения между студентами на старших курсах воспринимается ими как существенная. Как правило, обучающиеся на более младших курсах прислушиваются к мнению старших студен-

тов, уважительно к ним относятся. Поэтому при формировании исследовательских (рабочих) групп, занимающихся решением одной общей задачи в лаборатории, целесообразно составлять их из студентов разных курсов.

Можно отметить следующие факторы, способствующие развитию и формированию личности в составе разновозрастной группы, включающей студентов старших курсов и аспирантов.

Наличие цепочки передачи опыта от старших к младшим, в том числе и за счет неформального общения, использования ими коммуникативных средств своего поколения.

Ставка на авторитет старших для обеспечения воспитательного процесса и построения системы нравственно-ценностных ориентиров для всех участников группы лаборатории.

Вовлеченность старших в процесс сопровождения, воспитания младших при решении общих задач, что обеспечивает развитие у старших родительских качеств, организаторских способностей, ответственности, способствует взрослению.

Передача общей нравственно-культурной атмосферы и атмосферы творчества новым членам коллектива.

Курирование старшими младших по вопросам бытового характера, жизнеустройства.

Кроме того, следует отметить еще один важный аспект. В условиях обучения студент находится в системе горизонтальной социальной связи, проходя обучение и общаясь в основном со сверстниками группы или курса. Выстраивание вертикальной социальной связи студента в разновозрастном коллективе лаборатории за счет коммуникации со старшими товарищами способствует более быстрой адаптации выпускников в рабочих коллективах предприятий.

Конечно, создание такой системы — задача не из простых. Многое здесь зависит от исходных данных — личностных качеств тех, кто изначально вовлечен в коллектив. На этом этапе роль руководителя лаборатории особенно важна. Однако в результате выстроенная система становится мощным фактором, дополняющим работу научного руководителя, повышающим ее эффективность. Кроме того, лаборатории и научные группы — то место, где приобретается и восполняется опыт коллективной работы, поскольку процесс обучения в своей основе построен на преобладании индивидуальной работы, личном достижении цели каждым студентом.

Обеспечение индивидуальной работы студента в лаборатории. Планомерное развитие потенциала студента в условиях дисциплины «Инженерный практикум» обеспечивается при формировании индивидуального семестрового задания, выдаваемого руководителем, с учетом полученного на предыдущих этапах работы научно-технического задела и повышения уровня компетентности студента. Однако, особенно на

начальном этапе работы в лаборатории, для целенаправленного вовлечения студента в новую систему работы, знакомства с проблемой, которой ему предстоит заниматься, особенно важно методическое наполнение процесса обучения. Для этих целей в лаборатории используется набор методических материалов, обеспечивающих ознакомление студентов с лабораторным оборудованием, которые периодически обновляются и дорабатываются с учетом опыта их использования.

Применяются компьютерные системы управления стендами. Разрабатываются информационные базы данных, обеспечивающие обработку технологических режимов и накопление экспериментальных данных по исследуемым объектам (рис. 5). В работах по их созданию активное участие принимают студенты лаборатории.

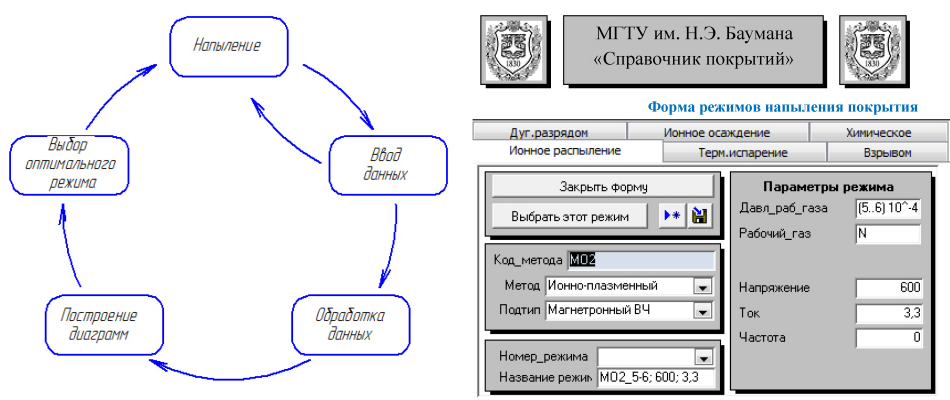


Рис. 5. Вид экранного интерфейса базы данных для накопления информации по разрабатываемым покрытиям и оптимизации технологических режимов

В настоящее время в связи с постоянно увеличивающимся объемом научно-технической информации, в том числе и за счет ее размещения в сети Интернет, у студента, приступающего к решению новой задачи, возникают определенные затруднения при отборе и анализе информации. Для решения этой проблемы в качестве методического обеспечения в лаборатории разработана и внедряется информационно-справочная система научно-технических публикаций, содержащая только те источники информации, которые имеют отношение к научным направлениям лаборатории (рис. 6). База содержит рубрикатор и подборку материалов, которые формируются руководителем лаборатории и аспирантами, что позволяет студенту легче сориентироваться в новой для него области. Студенты опираются на эти материалы и используют их в своей научно-исследовательской работе.

Кроме того, интеграция «Инженерного практикума» с таким кафедральным курсом, как «Информационное обеспечение разработок

Содержание

Рубрики	Ищем	Найденные статьи
Метод нанесения <input checked="" type="checkbox"/> Магнетронный <input type="checkbox"/> Магнетронный ВЧ (13,56 МГц) <input type="checkbox"/> Магнетронный на постоянном <input type="checkbox"/> Магнетронный импульсный <input type="checkbox"/> Ионный <input type="checkbox"/> Дуговой <input type="checkbox"/> Термический	Любое ▾	Поверхностное упрочнение режущего инструмента и деталей машин при нанесении ионно-плазменных покрытий Проанализированы наиболее широко применяемые и новые, исследуемые ионно-плазменные покрытия, используемые в инструментальной промышленности в качестве износостойких; оценена эффективность их использования. Год: 0 Тип: Материал конференции Источник: Харьковская научная ассамблея Авторы: А.Л. Каменев, В.Ф. Маточкин
Способ активации при нанесении <input type="checkbox"/> Ионное ассистирование <input type="checkbox"/> Нагрев <input type="checkbox"/> Потенциал смещения	Любое ▾	Структура и свойства покрытий Ti-B-N, Ti-Cr-B-(N) и Cr-B-(N) Исследование структур и свойств покрытий Ti-B-N, Ti-Cr-B-(N) и Cr-B-(N) полученных магнетронным распылением мишеней, приготовленных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
Подготовка перед нанесением <input type="checkbox"/> Ионная очистка <input type="checkbox"/> Промывка УЗВ <input type="checkbox"/> Полировка	Любое ▾	Год: 2004 Тип: Статья Источник: Физика твёрдого тела, том 47, вып. 2 Авторы: Штацкий Д.В., Кирюханцев-Корнеев Ф.В., Швейко А.Н., Башкова И.А., Малочкин О.В., Левашов Е.А., Дьяконова Н.Б., Ляскоцкий И.В.
Тип покрытия <input type="checkbox"/> Однослойное <input type="checkbox"/> Многослойное <input type="checkbox"/> До 2 слоев <input type="checkbox"/> От 3 до 5 слоев <input type="checkbox"/> Свыше 5 слоев	Любое ▾	

Рис. 6. Внешний вид интерфейса базы данных литературных источников лаборатории

и исследований», на одном из этапов учебного процесса также способствует углубленному погружению студента в изучаемую проблему. Это достигается за счет того, что при выполнении одного из домашних заданий дисциплины каждый студент разрабатывает информационную модель из объектов своей предметной области, детально проработав ее, а затем создает на ее основе базу данных, назначение которой он должен обосновать, а также оснастить ее средствами для практического использования. В ряде случаев такие студенческие работы становятся основой для систематизации материала и научно-технических наработок, создания информационных систем на предприятиях, где студенты проходят инженерный практикум. Позитивный эффект также дают проводимые на семинарах учебного курса коллективные обсуждения разрабатываемых студентами информационных моделей предметной области, в ходе которых студенты знакомятся с работами, осуществляемыми на кафедре другими научными группами, расширяют свой кругозор.

Предметом деятельности лаборатории являются: разработка и исследование нанокompозитных покрытий на основе разнородных по прочностным и трибологическим характеристикам материалов; разработка и оптимизация технологических процессов нанесения покрытий; исследование характеристик покрытий. Для обеспечения функционирования нескольких разновозрастных рабочих групп из

студентов и аспирантов в составе лаборатории выделены следующие направления работы.

Разработка методов нанесения и исследование многослойных покрытий, состоящих из слоев разнородных материалов — наноструктурных износостойких и твердосмазочных пленок [4].

Разработка технологии нанесения и исследование самосмазывающихся нанокompозитных покрытий, состоящих из матрицы твердого, износостойкого материала, заполненной твердосмазочным материалом [5].

Разработка методов формирования и исследование перспективных покрытий с планарно-дискретной композитной структурой, представляющих собой комплекс планарных элементов ограниченной размерности на основе износостойких и твердосмазочных пленок [6].

Разработка методов формирования и исследование покрытий планарно-дискретной композитной структуры с применением лазерной размерной обработки тонких пленок [7].

Каждое из направлений является предметом диссертационной работы аспиранта, который возглавляет мини-группу, осуществляет координацию работ и выполнения индивидуальных заданий студентами старших курсов, участвующих в тематике научного направления аспиранта. При этом ряд работ, например, по модернизации технологической системы установки, может выполняться студентами и аспирантами различных направлений совместно. Занимаясь НИОКР в рамках направления, студенты участвуют в решении следующих разноплановых задач: разработка покрытий и их формирование; модернизация технологической системы; отработка и оптимизация технологических режимов; исследование свойств покрытий; обработка экспериментальных данных; разработка информационных систем для накопления данных; разработка программ для управления технологическим процессом.

Лаборатория сотрудничает с другими кафедрами университета. Например, взаимный интерес представляют работы по поиску вариантов новых покрытий, применимых для обрабатываемого инструмента и способствующих повышению качества обработки и стойкости инструмента (совместно с кафедрой «Инструментальная техника и технологии») [8], обеспечивающих повышение скорости металлообработки (совместно с кафедрой «Металлорежущие станки»). Совместно с кафедрой «Технологии обработки давлением» ведутся работы по разработке технологии создания композитных мишеней нового состава и технологии формирования нанокompозитных покрытий на их основе.

Участие лаборатории в работах по разработке тонкопленочных материалов для пар трения газовой турбины перспективных атомных модульных гелиевых реакторов (проект «ГТ-МГР» ГК «Росатом»),

разрабатываемых в рамках 20-летнего международного проекта, вызывает повышенную заинтересованность в работе со стороны аспирантов и студентов [9].

Использование коллективных обсуждений задач и формирование у студента понимания того, как решение его частной задачи приводит к решению общей, сложной, значимой проблемы, которой занимается коллектив, имеет важное значение для мотивации обучающегося к научно-исследовательской и инженерной деятельности. Формирование у каждого студента четкого видения своего места в обширном процессе разработки новой техники и технологий, понимание им значимости и актуальности решаемой проблемы не менее важны, чем углубление в суть проблемы.

Заключение. Подводя итог сказанному, можно отметить следующие существенные моменты, которые способствуют повышению эффективности занятий студентов НИОКР, росту их заинтересованности в освоении практических инженерных навыков.

Наличие в учебном плане дисциплин, обеспечивающих регулярность занятий студентов старших курсов практической инженерной и научно-исследовательской работой, взаимосвязанных с курсовым и дипломным проектированием.

Формирование актуальной тематики НИОКР в рамках лабораторного или производственного практикума, обеспечивающей привлечение студентов к решению перспективных практических задач с учетом их индивидуальных особенностей и предпочтений.

Использование воспитательных возможностей коллектива, создание рабочих мини-групп, состоящих из студентов разных курсов и аспирантов, работающих над решением единой задачи. Формирование в лаборатории атмосферы дружелюбности и творчества, уважения к индивидуальным способностям каждого участника коллектива. Взаимная ответственность членов коллектива в процессе решения общих задач.

Использование методического обеспечения, способствующего направленному движению студента к достижению цели на каждом этапе процесса обучения. Четкое формулирование руководителем семестрового задания на НИОКР студента, учет его индивидуальных особенностей и склонностей.

Применение современных информационных технологий в процессе обучения для повышения эффективности инженерной деятельности студента, а также снижения временных затрат преподавателей при оформлении и учете семестровых заданий на КНИРС и проекты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Похолков Ю.П., Рожкова С.В., Толкачева К.К. Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути их решения. *Проблемы управления в социальных системах*, 2012, т. 4, вып. 7, с. 6–14.

- [2] Леонтьев А.Н. *Деятельность. Сознание. Личность*. Москва, 1975, 304 с.
- [3] Макаренко А.С. *Методика организации воспитательного процесса. Пед. сочинения*. Т. 1. Москва, 1983.
- [4] Беликов А.И., Шарапков М.А., Караулов Д.А., Оскирко К.П. Исследование упрочняющих покрытий на основе тонких пленок, содержащих слои дисульфида молибдена. *Наноинженерия*, 2011, № 5, с. 32–35.
- [5] Беликов А.И., Дмитриев А.М., Коробова Н.В., Панфилов Ю.В. Создание на основе переработки титановой стружки наноструктурированных износостойких самосмазывающихся покрытий на поверхностях деталей машин и технологического инструмента. *Технология легких сплавов*, 2010, № 3, с. 79–86.
- [6] Беликов А.И., Шарапков М.А., Седых Н.С. Антифрикционные упрочняющие нанокompозитные покрытия, формируемые методами магнетронного осаждения и ионно-лучевой обработки тонких пленок. *Упрочняющие технологии и покрытия*, 2011, № 5, с. 7–14.
- [7] Беликов А.И., Петров В.В. Комбинированные композитные покрытия триботехнического назначения, формируемые методами вакуумного осаждения и лазерной обработки. *Упрочняющие технологии и покрытия*, 2012, № 4, с. 9–15.
- [8] Беликов А.И., Кузьмин А.Ю., Васильев С.Г., Барсуков И.С., Мартынов А.С. Упрочнение технологического инструмента деформирующего резания вакуумными тонкопленочными покрытиями. *Высокие технологии в промышленности России: материалы XIV Международной научно-технической конференции*. Москва, 2008.
- [9] Беликов А.И. и др. Исследование трибологических характеристик тонкопленочных антифрикционных упрочняющих композитных покрытий при сухом трении в среде гелия. *Упрочняющие технологии и покрытия*, 2012, № 7, с. 17–22.

Статья поступила в редакцию 05.05.2014

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Беликов А.И. Особенности организации НИОКР студентов в лаборатории «Ионные технологии и покрытия» кафедры МТ-11 «Электронные технологии в машиностроении». *Гуманитарный вестник*, 2014, вып. 2.

URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/edu/pedagog/173.html>

Беликов Андрей Иванович — канд. техн. наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Область деятельности и научных интересов: вакуумные технологии нанесения тонких пленок, антифрикционные и упрочняющие тонкопленочные покрытия. Победитель конкурсов «Лучший преподаватель МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2004/2005, 2011/2012 учебных годах» в номинациях «Лучший преподаватель по внедрению современных информационных технологий в учебный процесс», «Лучший руководитель научно-исследовательской работы студентов (НИРС), курсовых и выпускных квалификационных работ». e-mail: belikov@bmstu.ru

Organization of research and development work of students in the laboratory “Ionic technologies and covering” of the Department “Electronic Technologies in Mechanical Engineering”

© A.I. Belikov

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The study presents the experience of organizing students' research and development work in the laboratory "Ionic technologies and covering" of the Department "Electronic Technologies in Mechanical Engineering" in Bauman Moscow State Technical University. The distinctive feature of the curriculum is the special course "Engineering Workshop" for senior students. It ensures that students regularly do research and development work. In this paper we describe technical support of the laboratories and directions of scientific and technical work, consider the issues of methodical maintenance for the discipline "Engineering Workshop" based on modern information technologies and reveal its relationship with other disciplines at the department. Particular attention is paid to the individual approach to each student and the organization of their work in the laboratory, when they interact with students doing other courses at the department. Implementation of this approach is provided by creating in the laboratory students' mini-groups performing challenging scientific, technical and development work within the engineering workshop.

Keywords: *students' research work, laboratory process, thin-film technologies, information technologies.*

REFERENCES

- [1] Pokholkov Yu. P., Rozhkova S.V., Tolkacheva K.K. *Problemy upravleniya v sotsial'nykh sistemakh — Management Problems in Social Systems*, 2012, vol. 4, iss. 7, pp. 6–14.
- [2] Leont'ev A.N. *Deiatel'nost'. Soznanie. Lichnost'* [Activities. Consciousness. Personality.] Moscow, 1975, 304 p.
- [3] Makarenko A.S. *Metodika organizatsii vospitatel'nogo protsessa. Ped. sochineniya* [Methods of organizing the educational process. Ped. works]. Moscow, 1983, vol. 1.
- [4] Belikov A.I., Sharapkov M.A., Karaulov D.A., Oskirko K.P. *Nanoinzheneriya — Nanoengineering*, 2011, no. 5, pp. 32–35.
- [5] Belikov A.I., Dmitriev A.M., Korobova N.V., Panfilov Yu.V. *Tekhnologiya legkikh splavov — Technology of Light Alloys*, 2010, no. 3, pp. 79–86.
- [6] Belikov A.I., Sharapkov M.A., Sedykh N.S. *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya — Hardening Technologies and Coatings*, 2011, no. 5, pp. 7–14.
- [7] Belikov A.I., Petrov V.V. *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya — Hardening Technologies and Coatings*, 2012, no. 4, pp. 9–15.
- [8] Belikov A.I., Kuz'min A.Yu., Vasil'ev S.G., Barsukov I.S., Mart'ianov A.S. *Uprochnenie tekhnologicheskogo instrumenta deformiruyushchego rezaniya vakuumnymi tonkoplenochnymi pokrytiyami* [Hardening process of the deforming cutting tool by vacuum thin-film coatings]. *Vysokie tekhnologii v promyshlennosti Rossii: Materialy XIV Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii*. [High-Tech Industries in Russia: Proc. of the XIV International Scientific and Technical Conference]. Moscow, 2008, pp. 458–460.

- [9] Belikov A.I. *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya — Hardening Technologies and Coatings*, 2012, no. 7, pp. 17–22.

Belikov A.I., Ph.D., Assoc. Professor of the Electronic Technologies in Mechanical Engineering Department, Bauman Moscow State Technical University. Winner of the “The best Bauman MSTU Lecturer” competition in 2004–2005, 2011–2012 academic years in the categories “The best Lecturer introducing modern information technologies in the educational process”, “The best supervisor of students' research work, coursework and final graduation work”. Research interests include vacuum technologies in thin film deposition, antifriction and reinforcing thin film coating. e-mail: belikov@bmstu.ru