

СЕГОДНЯ – СТУДЕНТ, ЗАВТРА – ИНЖЕНЕР

УДК 378.1
DOI: 10.14489/hb.2020.11.pp.043-048

А. Л. Галиновский, д-р техн. наук, д-р пед. наук (Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия, e-mail: galcomputer@yandex.ru)

ФИЛОСОФИЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА, НА КАФЕДРЕ СМ-12 МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА^{*} (приурочено к 80-летию кафедры СМ-12)

Рассматривается проблема подготовки кадров в современных условиях. Ставятся задачи, связанные с тем, какими компетенциями должен обладать современный выпускник технического университета, какие образовательные технологии могут быть эффективными для подготовки кадров, как формировать тематику НИР для студентов. Делается выводы, что НИР – это образовательного процесса – это одна из ключевых дисциплин, значимость которой нельзя недооценивать. Также отмечается роль дисциплины «Введение в специальность» и ее значимость для последующего обучения в университете. Все эти вопросы рассматриваются с учетом того, что мир вступает в новую промышленную революцию.

Ключевые слова: индустрия 4.0; инженерная подготовка; образовательный процесс; введение в специальность; проектная инженерия.

A. L. Galinovsky (Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia)

PHILOSOPHY OF TRAINING ENGINEERS FOR A NEW TECHNOLOGICAL ORDER AT THE DEPARTMENT SM-12, BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY

The article examines the problem of personnel training in modern conditions. The task is set about the competencies of students of a technical university, what educational technologies are effective for training personnel, how to form the topic of scientific work for students. The article concludes that scientific and research work for the educational process is an important discipline, the importance of this discipline is very high. The article notes the role of the discipline "Introduction to the specialty" and its importance for further education at the university. All these questions are asked at a time when the world is entering a new industrial revolution.

Keywords: Industry 4.0; Engineering training; Educational process; Introduction to the specialty; Project engineering.

Статья поступила в редакцию 05.03.2020 г.

Введение

Подготовка инженерных кадров была и остается одной из самых сложных в системе образования, она требует больших ресурсов, трудозатрат и кадров высшей квалификации. Новые вызовы мировой экономической системы, четвертая промышленная революция (индустрия 4.0) и шестой технологический уклад требуют адаптации системы образования в соответствии с ними. Причем, учитывая высочайшие темпы перестройки традиционных систем, необходимо, чтобы начало трансформаций в системе образования началось сегодня или лучше уже вчера. Время запаздывания, связанное с длительностью подготовки инженеров, велико, в частности для специалиста она составля-

ет шесть лет. И если ведущие специалисты говорят о периоде начала активных изменений с 2020 по 2025 год, то получается, что новые кадры мы получим на исходе переходного периода. Это говорит о том, что перестройку и трансформацию следует начинать немедленно и уже с теми, кто сидит за студенческой скамьей.

Первые два года подготовки в вузе – это общая подготовка с совокупностью тех или иных общепрофессиональных дисциплин. Очевидно, что следует обратить внимание и на этот период обучения, но, тем не менее, основная инженерная специальность и профессиональные компетенции формируются на старших курсах. Если за основу брать пока еще традици-

* Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ 18-29-18081.

онную структуру построения технических университетов с кафедрами в их основе, то работа со студентами по освоению специальности начнется на профилирующих кафедрах не ранее третьего курса, за исключением таких традиционных дисциплин как «Введение в специальность».

Оценка значимости и содержания дисциплины «Введение в специальность»

Дисциплина «Введение в специальность» – это знакомство не только со специальностью. Скорее, это знакомство с философией научного творчества, познанием принципов проведения научных исследований, тематикой, которая разрабатывается на кафедре и теми специалистами, преподавателями, кто делает сегодняшнюю и завтрашнюю науку.

Это важный курс, он находится на стыке еще близких из школьной программы дисциплин с новыми предметами, названия которых порой скрывают понимание того, что в них будет изучаться. Важность в том, что часто после нескольких лет усердных занятий, трудных сессий, порой скучных, но вместе с тем нужных для инженерной деятельности дисциплин, учащийся начинает «выгорать», задумываться, о том ли он мечтал, когда поступал в ведущий технический университет страны. И вот именно в этот момент, необходимо поддержать его, увлечь, поднять его морально-психологический дух и ответственность.

Опыт показывает, что студенты, приходящие на этот предмет, прежде всего, задаются важными для себя и наболевшими за время обучения вопросами: как будет проходить экзамен, что нужно, чтобы получить «автомат», будут ли домашние задания и т.д. И именно в этот момент надо постараться переформатировать их и дать понять, что погоня за сдачей сессии, «автоматами», оценками – это далеко не главное для профессионала, специалиста, который будет востребован новой экономикой. И здесь необходимо обратить внимание на содержание – содержание понятий «технологический уклад», «техническая революция», «цифровая экономика». Новой системе нужны специалисты с чертами исследователя, ученого, эрудита, инженера, способного решать нестандартные поисковые задачи, генерировать инновации. И об этих задачах и следует говорить, их необходимо донести до учащегося, его надо включить в работу, «зацепить» так, чтобы при следующей встрече студент не задавал вопросы о том, как будут протекать его учебные будни, а попросил бы рассказать еще что-нибудь о жизни на кафедре, о решаемых задачах, создаваемом оборудовании, результатах исследований и экспериментах, которые только планируется проводить. А это очень важно, поскольку это открывает для него дверь в науку и возможность поучаствовать в исследованиях, результаты которых не известны даже самому препода-

вателю. Помимо этого, необходимо сделать так, чтобы учащийся осознал значимость этой работы, необходимость факультативных занятий, понял, что открывающиеся возможности и горизонты нужны именно ему, они формируют его как специалиста, как личность, как социально значимое звено. И время, которое дается на обучение в университете, быстро проходящее и, скорее всего, таких возможностей в будущем может не быть, а взять от этого времени и предоставляемых возможностей надо максимально много. Занятия наукой, углубленное изучение языков, участие в конференциях и подготовка статей, занятия спортом и работа в молодежных центрах, коллективное творчество – всем этим надо пропитать свои студенческие будни. Только тогда будет результат, которого от него ждут сотни работодателей по всей стране.

Что дальше и каким будет следующий этап подготовки, если считать, что дисциплина «Введение в специальность» дала свои результаты. Здесь необходимо пересмотреть распределение учебной нагрузки таким образом, чтобы дисциплина «Научно-исследовательская работа» начиналась сразу после предмета «Введение в специальность».

Содержание дисциплины «Научно-исследовательская работа» и ее роль в подготовке инженерных кадров

Научно-исследовательская работа (НИР) должна длиться до окончания обучения в университете и заканчиваться защитой выпускной квалификационной работой. Выбор научного руководителя для НИР сложная задача. При этом выбор у студентов научных руководителей не может быть велик. Это связано с тем, что научный руководитель должен обладать необходимыми компетенциями, прежде всего, он должен сам активно заниматься наукой, готовить аспирантов, писать статьи, участвовать в конференциях и делать доклады. Этим требованиям, чаще всего, удовлетворяют доктора наук, профессора, которые постоянно, хотелось бы им или нет, повышают свою квалификацию, поскольку в подавляющем числе случаев являются членами диссертационных советов и выполняют ряд требуемых показателей эффективности. Знакомство с работами других ученых в диссертационных советах дает свои плоды, стимулирует, подпитывает, укрепляет научно-педагогический опыт, развивает компетенции. Это лучший выбор для студента и шанс создать эффективную научно-творческую диаду. В этой связи, возвращаясь к дисциплине «Введение в специальность», на занятиях необходимо знакомить учащихся с преподавателями, проводимыми ими исследованиями и работами, которые уже выполнены или проводятся в настоящее время. Для профессоров кафедры это не представляет сложность, поскольку общение в коллективе кафедры проходит постоянно

в рамках научных семинаров, аттестаций аспирантов и просто в ходе живого общения и научных дискуссий.

Как изменилась тематика за последнее время? Вся она наделена чертами междисциплинарности и метапредметности. В отраслях появляются новые задачи, решать которые необходимо уже с учетом наличия новых технологий и материалов в условиях ограниченного времени, зачастую материально-технического и финансового обеспечения. Справедливо точно одно, что сложность решаемых задач растет. Современному ученому-исследователю нужно быть готовым к тому, что сегодняшние научные проблемы и методы их решения будут совсем другими в новом проекте. Еще несколько десятков лет назад, как правило, исследования проходили в рамках одной научной специальности ВАК, а сегодня, начиная работу, подчас не всегда точно понимаешь, к какому номеру специальности относится твоя работа, и какой диссертационный совет примет ее к защите, если речь идет о диссертационном исследовании. И это надо понимать заранее, желательно, уже на этапе проведения НИР со студентами, некоторые из которых станут аспирантами кафедры. Такие новые области как нанотехнологии, аддитивные технологии, новые методы обработки и диагностики материалов, способы их получения подчас пересекаются в одном исследовании. Ранее не было таких масштабных и широких по своей задумке научных работ. Надо отметить, что сегодняшнее научное исследование, чаще всего, это труд небольшого научного коллектива, лаборатории, в которой у каждого имеется своя роль и решаемые задачи, объединенные одной целью. Здесь нужна иерархия с вертикальными и горизонтальными связями – важная составляющая успеха всего коллектива. Это связано с тем, что рост и набор профессиональной «мощности» происходит постепенно. Практически ни один студент не может на первых этапах НИР сформулировать свои мысли и результаты на понятном каждому техническом языке, не может подготовить полностью самостоятельно тезисы доклада или презентацию. Ему нужны консультанты и помощники, и именно поэтому в составе научных лабораторий, коллективов и команд должны быть студенты, аспиранты, преподаватели-консультанты, профессора, отвечающие и корректирующие весь ход работ и продумывающие всю идеологию исследования. Работа в команде, умение коммуницировать с коллегами и налаживать социальное взаимодействие – очень важный для современного ученого набор компетенций. Студент должен расти постепенно, вначале наблюдая и помогая, затем выполняя свои, порученные ему функции и задачи, и далее формируя и обрабатывая результаты исследования, проводя критический анализ достигнутого и выдвигая уже свои собственные гипотезы, феноменологические представления и теории. Это необходимые составляющие для перехода его на но-

вый уровень – аспирантуру или соискательство. Главное, что он должен осознать свою роль и понимание того, что он является частью отлаженного и работающего механизма.

В науке появляется, угасает или, наоборот, раскрывается и расширяется мода на те или иные направления. Тенденциозность может быть связана с необходимостью, например, поиска новых видов обработки, как это было на заре развития космонавтики, для решения задач резания труднообрабатываемых материалов физико-химическими методами. Иногда это инновация, которой только после ее появления начали искать место в технологии, например, селективное лазерное плавление и спекание. Сейчас такими модными направлениями можно назвать лазерные технологии, нанотехнологии, группу аддитивных технологий и, конечно же, композиционные материалы. То, что звучит с экранов телевизоров и берется из Интернета, оказывает серьезное влияние на формирование представлений молодежи о том, что такое наука сегодня. Здесь, что далеко не всегда очевидно для студентов, надо понимать, что нельзя просто взять абсолютно новую тему и начать ею заниматься. Если ты имеешь базовое инженерное образование, то вряд ли ты сможешь заняться вопросами химии полимеров. Это возможно, но такой переход, скорее всего, будет малоэффективным и потребует серьезного пополнения багажа знаний. Но не всегда бывает именно так, поскольку можно найти задачи, не требующие глубокого погружения. Эти задачи будут, скорее, технологические, практические, нежели фундаментальные, физико-химические. Но исследователей привлекает, с одной стороны, непознанное, неизученное, а с другой стороны – модное и тенденциозное.

История становления научной школы в области композиционных материалов на кафедре СМ-12 МГТУ им. Н. Э. Баумана

Когда-то в 50-х годах прошлого века Эдуардом Адамовичем Сателем, заведующим тогда кафедрой М-8, ныне СМ-12 МГТУ им. Н. Э. Баумана, была сформирована научная группа по вопросам технологии изготовления композиционных материалов. Это еще одно «модное» направление, еще один пример новых технологий, которые были необходимы ракетно-космической отрасли. Совершенно новое тогда направление было впоследствии оформлено как «Технологии композитных конструкций РКТ». Руководителем направления был назначен кандидат технических наук, доцент Александр Константинович Добровольский. Задачи, которые они решали в те годы, были связаны с проектированием и разработкой научных основ метода намотки стеклопластиковых сферических баллонов высокого давления и разработкой технологии изготовления высокотемпературных теплозащитных по-

крытий изделий РКТ. За более чем 70 лет по данному направлению было защищено более 20 кандидатских и докторских диссертаций. В 1986 году ректором МВТУ им. Н. Э. Баумана А. С. Елисеевым было принято решение о начале подготовки на кафедре М-8 двух групп студентов по специальности 12.10 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов». Был разработан учебный план специальности, подобран преподавательский состав. С самого начала специальностью руководил И. М. Буланов. В 2002 году на базе специальности 12.10 была организована новая на факультете кафедра СМ-13, первым заведующим кафедрой СМ-13 стал И. М. Буланов.

Но работы по вопросам развития технологии композиционных материалов на кафедре СМ-12 также продолжились, и этот процесс происходит и сегодня, причем с новой силой. Действительно, композиционные материалы – это уже не новое направление, как это было в середине прошлого века, а сложившееся, возмужавшее и окрепшее направление, которое продолжает развиваться. Если посмотреть на ряд статистических данных по объему и темпам роста производства и использования композиционных материалов в технике, у него, пожалуй, не так много найдется конкурентов. И несмотря на свой возраст, тенденции роста продолжаются, интерес стремительно растет. Студенты по-прежнему увлечены этим направлением и проявляют готовность отдать свой голос, при выборе тем НИР, именно ему. А вопросов научно-прикладного и фундаментального характера здесь очень много и решать их придется именно им. Все это дало научной школе кафедры в области композиционных материалов новый толчок. И как было отмечено выше, решаемый спектр задач находится на стыке разных наук. Сегодня на кафедре, совместно с организациями и партнерами из СКТБ «Пластик» (г. Сызрань), РКК «Энергия» (Московская область), ООО НаноТехЦентр (г. Тамбов), Компомаш-ТЭК (г. Москва), ОКБ «Сухой», разрабатываются и внедряются технологии получения композиционных материалов на основе коротких базальтовых волокон, создается принципиально новый контрольно-диагностический аппарат для оценки адгезии связующего и волокна с использованием инновационной ультраструктурной технологии, разработанной на кафедре СМ-12, проводятся исследования, связанные с введением в связующее и выращиванием в материале углеродных нанотрубок, решаются вопросы обработки композиционных материалов и комбинированных сэндвич-панелей, изготовленных с их использованием. Широкий спектр задач в свою очередь требует привлечения студентов, которые с успехом осваивают данное направление не только на лекциях и семинарах, но и в рамках НИР. Существенный прорыв для «композитного» направления обеспечило взаимодействие кафедры СМ-12

с Межотраслевым инжиниринговым центром «Композиты России». Этот tandem уже показал значимые результаты, прежде всего, связанные с взаимопроникновением науки и образования в ту и другую стороны. Известный бауманский принцип-слоган «Образование через науку» как раз можно проиллюстрировать и подчеркнуть данным взаимодействием. И это пример того, как организуется работа в ведущих мировых университетах. Научно-образовательные центры зарубежных вузов-лидеров – это площадки для роста науки, технологий, инноваций, подготовки элитарных кадров новой формации, готовых без адаптации на рабочих местах включаться в построение того самого нового шестого технологического уклада. В этом, мы такие же, как они, и не только в этом. Многонациональные лаборатории и научные команды – это тоже сегодняшние будни и у них, и у нас. Запросы на прохождение стажировок, повышение квалификации специалистов, обучение на разных уровнях образования постоянно растут. Как пример, за последние пять лет на кафедре СМ-12 фактически сформировалась команда из отечественных и зарубежных учащихся, где все чаще в процессе коммуникаций между студентами и преподавателями звучит не только русская, но и английская речь. Учащиеся из Германии, Италии, Ирана, Вьетнама, Китая, Мьянмы, стран СНГ учились и учатся в настоящее время на кафедре. У нас, так же как и в ведущих вузах Америки, Европы, Великобритании, публикуются статьи на английском языке в ведущих журналах, индексируемых в базах Scopus и WoS. Мы, так же как они, проводим, участвуем и являемся организаторами-партнерами в международных конференциях и форумах. Для нас будущее уже наступило, и мы уже сегодня находимся в нем, и здесь с нами должно оказаться большинство наших студентов и абитуриентов. Главное, помочь им сделать правильный выбор – вот наша задача номер один!

Как же выглядит подготовка современного студента, в чем содержание образования, где точки роста в вопросе подготовки инженерных кадров? Эти вопросы вполне очевидны и мы попробуем ответить на них с помощью нескольких примеров.

Проектная инженерия как успешный реализованный образовательный проект

Проектная инженерия – еще один тренд в современной подготовке инженеров. Его недостаток, связанный с ограниченным полем научной деятельности, укладывающейся в рамки проекта, легко компенсируется многообразием лекционного материала, дисциплинами, связанными с различными аспектами машиностроительных технологий. Сейчас мы говорим об опыте кафедры СМ-12 «Технологии ракетно-космического машиностроения», готовящей технологов-универсалов, технологов-разработчиков, технологов-инноваторов. Хотя мы не акцентируем внимание на

композиционных материалах в подготовке специалистов, но «композитный кластер» дисциплин в учебном процессе занимает важное место. Возвращаясь к проектной инженерии, приведем примеры того, как можно запустить процесс подготовки на примере «композитной» специализации, т.е. тот самый «проект». В основе такого проекта всегда должна лежать практическая задача, подкрепленная потребностями в ее решении со стороны потребителей, для нашего случая все тех же предприятий композитной отрасли. Вопросы диагностики композиционных материалов всегда были и можно с уверенностью сказать что они останутся на пике интереса в отрасли, так как представляют собой резерв обеспечения надежности производимой продукции. Новые технологии диагностики имеют сегодня высокую привлекательность, так как резерв существующих методов уже практически израсходован. Этому может служить анализ тем диссертаций, который иллюстрирует практическое отсутствие разработок в области создания принципиально новых диагностических технологий. Учитывая опыт кафедры СМ-12 по разработке и апробации нового метода ультраструктурной диагностики, решенный с ее применением ряд научно-технических задач открывает путь к адаптации этой технологии для контроля качества изделий из композиционных материалов, например, углепластиков. Таким образом, тема студенческого проекта, реализуемого в рамках НИР, курсового и дипломного проектирования будет сочетать в себе композиционный материал как объект исследования, метод его ультраструктурной диагностики как предмет исследования и совокупность, предполагаемых для решения новых поисковых, исследовательских и расчетных задач. По своему замыслу такой проект не что иное как диссертация на соискание ученоей степени кандидата наук. Поэтому во главе команды, кроме руководителя и консультантов из числа преподавателей кафедры, должен стоять аспирант. Это, пожалуй, главное заинтересованное лицо в продвижении проекта-диссертации. Когда тема определена, следует разработать общий методический план проведения исследования, закрепить задачи за каждым участником коллектива. В зависимости от сложности стоящих задач, количество привлекаемых студентов будет различным, но, учитывая масштабность задуманных решений для данного случая, команда должна состоять, минимум, из 6–7 человек. В качестве примера рассмотрим те задачи, которые будут возложены на студентов:

- анализ литературных источников по использованию методов диагностики, применяемых в производстве композиционных материалов. Поиск и работа с литературой в библиотеке МГТУ им. Н. Э. Баумана осуществляются из компьютерного класса СМ-12, где открыт широкий бесплатный доступ к различным международным базам данных публикаций и научно-технической информации;

- изготовление образца из углепластика с введением в его структуру порядка десяти различных дефектов. Предварительно учащиеся выполняют виртуальные лабораторные работы (виртуальная реальность), получая результаты без непосредственного использования реальных лабораторных установок и приборов, что необходимо в преддверии работы с реальными объектами. Создание образцов проводится в рамках серии лабораторных работ на базе МИЦ «Композиты России» МГТУ им. Н. Э. Баумана;

- проведение исследований по диагностике образца различными методами в целях оценки возможностей каждого метода по обнаружению того или иного дефекта. Работы выполняются на имеющемся оборудовании кафедры СМ-12 и на базе НПО «Спектр»;

- проведение экспериментальных исследований по ультраструктурной диагностике образцов на базе Центра гидрофизических исследований МГУ имени М. В. Ломоносова;

- обработка результатов диагностики на высокотехнологичном измерительном и испытательном оборудовании, в том числе с использованием средств электронной и оптической микроскопии, компьютерной томографии и др. Работы проводятся на кафедре СМ-12, других кафедрах университета, МИЦ «Композиты России» и др.

По итогам выполнения отдельных этапов исследования авторский коллектив готовит серию публикаций в профильных журналах, в том числе рекомендованных ВАК и индексируемых Scopus. Участники проекта проводят совместные выступления и делают презентации на международных и всероссийских конференциях, участвуют в выставках и конкурсах, в том числе, посещая другие учебные заведения в Москве и других регионах России. Работа над проектом подкрепляется формированием совокупности необходимых для инженерной деятельности и создания композиционных материалов профессиональных компетенций в рамках таких дисциплин, как: «Аддитивные технологии РКТ», «Технология композитных конструкций», «Перспективные материалы и технологии в производстве изделий РКТ».

Целью преподавания этих дисциплин является, в частности, формирование компетенций, профессиональных знаний и навыков по:

- основам технологии производства деталей ракетно-космических конструкций из композитных материалов методом намотки;

- освоению технологий формования изделий из полимерных композиционных материалов на основе термореактивной или термопластичной матрицы, волокнистых или дисперсных наполнителей;

- знакомству с оборудованием и методиками экспериментальных исследований свойств полимерных композиционных материалов и их компонентов.

В качестве конкретных формируемых у специалистов знаний, умений и навыков следует выделить следующие:

– **навыки:** сбора и анализа информации о композитных конструкциях РКТ, о технологических процессах изготовления композитных конструкций, самостоятельного принятия решений по результатам экспериментальных и(или) расчетных исследований, выделения существенных признаков изучаемых технологических процессов, использования нормативных правовых документов в специализированной деятельности, формования изделий из полимерных композиционных материалов, в том числе и гибридных, определения характеристик композитов и методами их направленного регулирования, экспериментального определения свойств стекло- и углепластиков;

– **умения:** анализировать конструкции РКТ из композиционных материалов, методы и оборудование формообразования изделий из ПКМ, строить физическую модель изделия, определяющую расчетным путем геометрические размеры, толщину и массу композитной конструкции, строить адекватную расчетную модель технологического процесса, определяющую режимные и временные параметры изготовления новых композитных конструкций изделий РКТ, разрабатывать конструкторско-технологические решения при проектировании изделий из полимерных композиционных материалов, регулировать свойства композиционных материалов в соответствии с техническими требованиями, разрабатывать и оптимизировать технологические режимы формования деталей композитов;

– **знания:** основных свойств волокнистых ПКМ и умения определять физико-механические характе-

ристики материалов в лабораторных условиях; анализировать и обобщать отечественный и зарубежный опыт в области производства композиционных материалов, рабочих процессов, оборудования и конструкторско-технологических решений, базовые принципы, связанные с созданием полимерно-волокнистых материалов, принципы выбора материалов в зависимости от комплекса требований.

Представленные компетенции – это лишь часть из того значительного арсенала, который формируется у учащихся по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» на кафедре СМ-12 «Технологии ракетно-космического машиностроения».

Заключение

В 2020 году кафедре СМ-12 исполняется 80 лет. Это серьезный возраст, который дал возможность сформировать ряд научных школ и направлений, подготовить плеяду известных ученых, стоявших у истоков развития ракетно-космической отрасли в нашей стране, укреплявших ее оборонно-технологический потенциал.

Сегодня традиции, заложенные на кафедре ее основателем, Героем Социалистического Труда Э. А. Сателем, сохранены, и кафедра по-прежнему находится на передовом рубеже исследований в области новых технологий. Синергетический эффект опыта преподавания, достижений в научно-прикладных исследованиях, высокий уровень абитуриентов и студентов дает свои результаты, позволяя удерживать занятые высокие позиции на рынке научно-образовательных услуг.

Запись для цитирования статьи:

Галиновский А. Л. Философия подготовки инженерных кадров для нового технологического уклада на кафедре СМ-12 МГТУ им. Н. Э. Баумана // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2020. № 11. С. 43 – 48. DOI: 10.14489/hb.2020.11.pp.043-048

Galinovskiy A. L. (2020). Philosophy of training engineering personnel for a new technological order at the department SM-12 of the Moscow State Technical University N.E.Bauman. Spravochnik. Inzhenerniy zhurnal s prilozheniem, (11), pp. 43 – 48. [in Russian language] DOI: 10.14489/hb.2020.11.pp.043-048