

Б. В. Литвинов

**ОСНОВЫ
ИНЖЕНЕРНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Коротко об авторе



Литвинов Борис Васильевич окончил в 1953 г. инженерно-физический факультет Московского механического института, защитив дипломную работу в КБ-11 (первый ядерный центр СССР, ныне РФЯЦ — ВНИИЭФ) и получив специальность инженера-физика. Там же был оставлен на работу и прошел путь от старшего лаборанта до заместителя начальника крупного исследовательского отделения.

В 1961 г. Б. В. Литвинова переводят на Урал во второй ядерный центр СССР (ныне РФЯЦ — ВНИИТФ) на должность главного конструктора ядерных зарядов, в которой он проработал до 1997 г., став с 1978 г. еще и первым заместителем научного руководителя института; с 1997 г. — заместитель научного руководителя и начальник архивно-аналитической лаборатории. В институте Б. В. Литвинов защитил кандидатскую (1965) и докторскую (1987) диссертации, в 1989 г. ему присвоено звание профессора, в 1991 г. он избран членом-корреспондентом Российской академии наук, в 1997 г. — академиком РАН. Б. В. Литвинов автор более 200 научно-технических публикаций, среди которых две монографии.

За заслуги в деле создания ядерного оружия в 1981 г. Б. В. Литвинову присвоено звание Героя Социалистического Труда. С 1966 г. он лауреат Ленинской премии; награжден тремя орденами Ленина, орденами Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени, «За заслуги перед Отечеством» II и III степени, многими медалями.

В 2003 г. Б. В. Литвинов стал лауреатом общенациональной научной Демидовской премии за выдающийся вклад в развитие физики ударных волн, детонации, разработку ядерных устройств, составляющих основу ядерного арсенала России.

Скончался 22 апреля 2010 года.

Б. В. Литвинов

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Курс лекций

Издание 3-е, исправленное и дополненное

Издательство РФЯЦ–ВНИИТФ
Снежинск • 2014

УДК 62
ББК 30
Л 65

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *В. И. Пожбелко* (кафедра «Теоретическая механика и основы проектирования машин» ЮУрГУ);
зав. кафедрой «Экспериментальной физики» УГТУ — УПИ, д-р физ.-мат. наук,
проф. *А. В. Кружалов*

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

Л65 Литвинов Б. В.

Основы инженерной деятельности: курс лекций. — 3-е изд. — испр. и доп. — Снежинск: РФЯЦ–ВНИИТФ, 2015. — 280 с.: ил.
ISBN 978-5-902278-70-2

Курс лекций содержит системное изложение основ инженерной деятельности, ее составляющих и ее связи с другими видами деятельности. Последовательно рассмотрены: содержание математического аппарата современного инженера, его нормативная и творческая базы, основные требования к техническим устройствам, основы управления, взаимоотношения в малых инженерных группах.

Воспроизводится по 2-му изданию (М.: Машиностроение, 2005), исправленному и дополненному новыми материалами в связи с введением закона «О техническом регулировании».

Курс лекций предназначен для студентов старших курсов технических и классических университетов, инженерных институтов, их профессорско-преподавательского состава и для всех интересующихся современной организацией инженерного труда.

УДК 62
ББК 30

ISBN 978-5-902278-70-2

© ФГУП «РФЯЦ–ВНИИТФ
им. академ. Е. И. Забабахина», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Лекция 1. Введение	9
Раздел I. О деятельности	15
Лекция 2. Деятельность — суть и содержание понятия. Виды деятельности	17
Лекция 3. Инженерная деятельность. Ее место и отношения с научными и рабочими видами деятельности. Направления инженерной деятельности. Проектное направление	22
Лекция 4. Инженерная деятельность и ее особенности при использовании ЭВМ. Конструкторское, технологическое, испытательное, производственное, эксплуатационное направления инженерной деятельности	30
Раздел II. Математический аппарат современного инженера	41
Лекция 5. Системы. Множества. Отношения	43
Лекция 6. Графы. Основы системного подхода к решению инженерных задач	51
Лекция 7. Моделирование Ю модели и измерения	59
Лекция 8. Моделирование и единицы измерения физических величин. Подобие и метод размерностей	67
Лекция 9. Классификации и сортировки	77
Раздел III. Нормативная и творческая база инженера	89
Лекция 10. Новая эра в стандартизации или техническое регулирование и его роль в инженерной деятельности	91
Лекция 11. Примеры и методы стандартизации технических объектов	111
Лекция 12. Стандартизация и эстетика вещей, или художественное конструирование	121

Лекция 13. Инженерная психология и эргономика	132
Лекция 14. Методы инженерного творчества	146
Раздел IV. Основные требования к техническим устройствам	157
Лекция 15. Некоторые общие требования к техническим устройствам любого назначения	159
Лекция 16. Надежность технических устройств и систем	169
Лекция 17. Надежность технических устройств и систем. (Окончание)	181
Лекция 18. Безопасность, ее основы и проблемы	191
Раздел V. Основы управления	203
Лекция 19. Управление и схемы организации управления	205
Лекция 20. Принятие решений	216
Лекция 21. Планирование и прогнозирование	228
Раздел VI. Отношения в малых инженерных группах и обществе	241
Лекция 22. Инженерная деятельность в малых группах и возможная комбинаторика отношений в них	243
Лекция 23. Соционика. Различные психологические типы. Типы. Межличностные отношения	254
Лекция 24. Межличностные отношения различных соционических типов	264
Заключение или последнее обращение	278

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вашему вниманию предлагается курс лекций «Основы инженерной деятельности», подготовленный академиком РАН Б. В. Литвиновым. Курс включает в себя раздел, связанный с определением понятия и видов деятельности. В лекциях раздела основное внимание уделено инженерной деятельности. Последняя рассмотрена комплексно, включая соотношение и неразрывную ее связь с научной и рабочей деятельностью, ее конструкторские, технологические, испытательные, производственные и эксплуатационные аспекты. Внимание читателя фокусируется на формировании системного подхода к решению инженерных задач, на творческом использовании математического базиса, моделирования методов подобия и размерностей.

В курсе лекций профессора Б. В. Литвинова отражены проблемы надежности технических устройств, безопасности человека и экологии в условиях почти глобальной техногенной деятельности, проблемы ее компенсации и предотвращения экологических последствий, гуманизации и правового обеспечения природно-промышленных систем (регионов и технологий), отличающихся повышенной энергонасыщенностью. Важнейшую роль в решении этих вопросов справедливо соотносят с деятельностью специалистов-инженеров, ответственно исполняющих свои обязанности.

Развитие цивилизации показало, что сугубо профессиональных знаний недостаточно для успешного «инжиниринга». В связи с этим в данном учебном пособии Б. В. Литвинова рассматриваются роль и место инженерной психологии и эргономики, комбинаторика отношений в группе людей, вопросы управления и организации управления, формирование стратегических и тактических целей, основополагающие концепции, определение направления работ, контроль их выполнения, принятие решений, прогнозирование, вопросы корпоративной этики и делового поведения.

Ценность предлагаемого пособия для студентов старших курсов несомненна, так как используемый автором системный подход «увязывает» единое знание, полученные студентами ранее при изучении других дисциплин. Полагаю, что книга может помочь и студентам младших курсов, поскольку она ориентирует на философское осмысливание системы знаний, навыков и умений, которые потребуются для получения квалификации инженера.

Глубокая философская проработка вопросов, ясная и обоснованная классификация понятий, системный подход помогут будущему (да и состоявшемуся) инженеру в диагностике проблем, принятии технических и управленческих решений.

Уважаемый читатель! В Ваших руках учебное пособие, подготовленное весьма незаурядным человеком, настоящим инженером, специалистом мирового уровня, который в течение тридцати с лишним лет был главным конструктором уникальных инженерных разработок — ядерных зарядов. Знакомясь с этим пособием, Вы почувствуете трепетное, уважительное отношение автора к инженерному делу. Вы будете перечитывать пособие, поскольку в нем получает подтверждение высокий статус инженера. Символично, что первое издание этой работы академика Б. В. Литвинова совпало 80-й с годовщиной Уральского государственного технического университета — УПИ, из стен которого вышло почти 160 тысяч инженеров, успешно работающих в различных сферах производства.

«Юноше, обдумывающему житье», советую обратить внимание на инженерные специальности! Этот род деятельности — всегда творческий, создающий подлинные ценности, уважаемый в цивилизованном обществе! Инженер — это звучит гордо! В ближайшем времени его звание вновь станет символом благородства, достойной жизни и авторитета среди людей!

Данное пособие — это шаг в инженерии XXI века.

С. С. Набойченко,
председатель Совета ректоров
вузов Уральского федерального
округа, член-корреспондент РАН

*Будущим инженерам — творцам нового мира —
с любовью и надеждой посвящает автор этот труд*

Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ

Назначение лекций об основах инженерной деятельности — ознакомить студентов старших курсов с тем набором знаний, который, по мнению автора, составляет современное содержание инженерной деятельности. Автор стремился сделать это сжато и доступно. Естественно, что в процессе работы над лекциями пришлось обращаться к публикациям, разным по объему и доходчивости, и использовать их материалы для лекций. Этот отбор автор производил, полагаясь, в основном, на свой многолетний опыт руководства крупным конструкторским бюро, в котором работали не только инженеры-конструкторы, но и инженеры-исследователи разных специальностей. Книжки, по мнению автора, наиболее удачно передающие суть рассматриваемой здесь темы, рекомендуются студентам для самостоятельного углубленного изучения соответствующих лекций.

Весь курс лекций можно разделить на шесть разделов, каждый из которых объединяет лекции, близкие по содержанию (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Разделы курса лекций

В первом разделе, начинающемся с разъяснения понятия деятельности людей вообще, указываются наиболее важные виды деятельности сравниваются три вида деятельности, тесно связанные между собой: научная, инженерная и рабочая. Направлениям инженерной деятельности посвящены 3-я и 4-я лекции. Заметим, что в настоящее время в деятельности участников творческого технического процесса очень важную роль играет деятельность организации сбыта товаров и услуг, что и будет отражено в указанных лекциях.

Во втором разделе рассматривается тот понятийный и математический аппарат, которым должен уметь пользоваться современный инженер в дополнение к тем разделам математики, с которыми обычно знакомят студентов в инженерных вузах. Наиболее важными в этом разделе являются сведения о системном подходе к решению технических, организационных и управленческих проблем. Системный подход к решению этих проблем является испытанным и продуктивным методом, и его должен уметь применять каждый инженер. Поэтому в лекциях системному подходу уделено достаточно внимания, чтобы студент мог по достоинству оценить важность и полезность этого подхода к решению инженерных проблем, особенно на этапе проектирования и планирования испытаний.

Как правило, в своей деятельности ученые и инженеры имеют дело не с самими объектами исследований или проектирования, а с их моделями. Выбор представительной (репрезентативной) модели является сложной и вместе с тем абсолютно необходимой частью работы инженера. Некоторые приемы построения таких моделей при исследованиях описаны в лекциях второго раздела.

Несмотря на то, что инженеру нередко приходится заниматься отношением технических объектов к некоторым образцовым наборам или упорядочивать их по каким-то признакам, в институте этому не учат. Поэтому, когда встречается необходимость что-то классифицировать, это делается интуитивно, а следовательно, не лучшим образом. Между тем разработаны определенные правила классификаций и сортировок. Их основы изложены тоже в лекциях второго раздела.

Нормативная деятельность инженеров, начиная с 1 июля 2003 г., в Российской Федерации будет определяться новыми принципами технического регулирования, изложенными в **Федеральном законе «О техническом регулировании»**, и **Соглашением по техническим барьерам в торговле (ТБТ) Всемирной торговой организацией (ВТО)**. В вводной лекции нет смысла развивать эту тему. Ей будет посвящена лекция 10 в третьем разделе. Замечу следующее. Новые принципы технического регулирования, конечно, как и прежде, не будут мешать творчеству инженера,

введение требований выполнения оценок риска, предусмотренных этим законом, повысит требовательность к процессу создания и сбыта новой техники. Однако нормативная база с введением нового федерального закона несомненно, став более сложной и гибкой, не сразу достигнет желаемого уровня эффективности при использовании подобной нормативной базы. Ориентация России на правовые нормы технического регулирования Запада весьма заманчива, но необходимого опыта в России мало, а приобрести его непросто. Надо очень постараться, чтобы пробиться в передовые страны. Отметим, что лекции 11 и 12 будут излагаться в третьем разделе этой книги в контексте Федерального закона «О техническом регулировании».

Инженеру необходимо знать давно сложившиеся основные требования к создаваемым техническим устройствам. Этому посвящен IV раздел лекций. Среди этих требований требования по надежности функционирования и безопасности технического устройства являются едва ли не самыми главными. По мнению автора, надежность и безопасность относятся к ключевым свойствам любого инженерного создания. Если эти качества плохи, то объекта создания нет, есть впустую потраченный труд многих людей.

Инженер должен знать и применять в своей деятельности методы управления и организации работы предприятия, участка, группы. Наиболее распространенные схемы этих методов будут представлены в наших лекциях, содержащихся в пятом разделе. В нем студент познакомится с теорией принятия решений, которые занимают в нашей жизни большое место, и знать хотя бы основы теории этого действия необходимо. На опыте принятия решений строится умение решать проблемы, связанные с развитием техники, организацией спроса на нее, и учетом этого спроса в технических усовершенствованиях.

В 21-й лекции кратко описано современное представление о прогнозировании путей развития техники и необходимости технических усовершенствований с целью увеличения ее производительности, удобства пользования ею, улучшения соотношения долговечности техники с необходимостью ее усовершенствования. Известно, что показателем качества техники раньше считалась долговечность ее работы, но это свойство нередко вступает в противоречие с введением усовершенствований, а следовательно, с возможностью расширения ее сбыта. К сожалению, возможности прогнозирования весьма ограничены. Чаще всего оценки развития того или иного направления техники оказываются более оптимистичными, чем это происходит в действительности.

Для принятия правильных решений надо понимать, как могут сложиться отношения между людьми, по-разному относящимися к своим коллегам по группе в разных по численности коллективах. Группа — это наименьший

коллектив, в котором живет человек на работе, объединенный единой целью или, наоборот, раздираемый конфликтами. Отсюда важно понимать, как и почему складываются те или иные отношения между людьми в группе и обществе в целом. Это как бы первый экскурс в социологию — науку о структуре и жизнедеятельности общества. Лекции, раскрывающие психологию людей, их взаимоотношения, составляют шестой раздел.

Следуя Джонатану Свифту, который писал: «Выдержки, извлечения и прочее подобны зажигательным стеклам — они собирают лучи ума и знания, рассеянные в произведениях писателей, и с силой и живостью сосредоточивают эти лучи в сознании читателей», мы широко используем выдержки и извлечения как в текстах лекций, так и на оборотной стороне страницы, открывающей раздел. В последнее время сборники афоризмов получили широкое распространение, поэтому найти соответствующие теме раздела афоризмы не стоило большого труда. Надеюсь, что это тоже поможет усвоению содержания лекций.

Такова схема построения лекций об основах инженерной деятельности. В них использованы материалы многих источников. Их отбор диктовался логикой, выработанной собственным опытом автора. Такой прием не нов. Еще Леонардо да Винчи писал: «...мои предметы более чем из чужих слов, почерпнуты из опыта, который был наставником тех, кто хорошо писал; так и я беру его себе в наставники и во всех случаях на него буду ссылаться». Нашим наставником при написании лекций тоже был опыт — наставник надежный и проверенный.

Необходимость в создании введения в инженерную деятельность, по нашему мнению, назрела давно, и это ощущали многие авторы. В 1987 г. общество «Знание» выпустило интересную книгу В. Г. Горохова «Знать, чтобы делать. История инженерной профессии и ее роль в современной культуре». В предисловии к этой книге академик В. В. Ржевский писал: «Книга В. Г. Горохова увлекательна и информативна. Она несомненно будет полезна не только тем, кто еще выбирает свой путь в жизни, и будущим инженерам — студентам технических вузов, но и опытным инженерам для выработки целостного представления о своей сложной и многогранной профессии». Годом позже, в 1988 г., в издательстве «Машиностроение» вышла книга А. И. Половинкина «Основы инженерного творчества», допущенная Министерством высшего и среднего образования СССР в качестве учебного пособия для студентов технических вузов. Мы не знаем, использовалась ли эта книга в качестве пособия при подготовке инженерных кадров, но ее автор был убежден в ее полезности и даже необходимости. Мы присоединяемся к его убежденности в необходимости специально построенного курса об инженерной деятельности, более того, здесь частично использованы ма-

териалы его книги в лекции 12, названной «Методы инженерного творчества». Тем не менее нельзя согласиться с мнением уважаемого профессора, что инженерный труд должен быть сплошным и радостным творчеством. Готовить к этому студентов, конечно же, надо: творчество доставляет наивысшую радость в жизни. Радость от сознания, что эта вещь вышла из твоих рук и головы, ни с чем по силе эмоций сравнить нельзя.

Но студентам надо знать и суровую правду жизни, которая заключается в том, что творчества как такового в инженерной деятельности гораздо меньше, чем текущей и, что греха таить, рутинной инженерной работы: выпуск программ, чертежей, протоколов испытаний, их согласование с другими специалистами, которые стараются изменить сделанное тобой и которым надо уметь доказать, что выбранное тобой решение или полученные результаты верны, далее предъявление чертежей или материалов проекта на всевозможные виды контроля и экспертизы, и опять надо доказывать, убеждать — и не один раз. Всё это является необходимым, почти ежедневным атрибутом инженерной деятельности, и все это надо выполнять, т. е. быть не только и не столько творцом, сколько добросовестным исполнителем в большом коллективе тебе подобных.

Даже у главного конструктора (автор этих лекций проработал в этой должности 36 лет) в жизни больше рутинной работы, чем творческой, потому что без этой работы и постоянной учебы одно творчество плодов не даст. Поэтому, сообщая студенту, будущему инженеру, приемы творческие, надо учить его стойко переносить рутину каждодневной работы. Научить этому труднее всего, но это качество совершенно необходимо для будущего специалиста. Плохо, когда он не познает это сам в процессе инженерной работы, а ему насильно прививают умение работать рутинно. Плохо, когда постижение реальной действительности у некоторых молодых инженеров сопровождается разочарованием и даже отвращением к выбранной специальности. Они потратили годы на учебу, на первые годы работы, которая не принесла удовлетворения, и даже не вкусили пьянящей радости творчества. Конечно, многое зависит от самого человека, но не сеять в нем иллюзии, а *приучать к реалиям деятельности инженера является обязанностью его преподавателей.*