

В. Н. ОСТАШКОВ

Практикум по решению инженерных задач математическими методами



В. Н. Осташков

ПРАКТИКУМ

по решению инженерных задач математическими методами

*Допущено Научно-методическим советом по математике
Министерства образования и науки Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов специальностей:*

130202 — Геофизические методы исследования скважин

150001 — Технология машиностроения

150500 — Машины и аппараты химических производств

Тюмень 2010

УДК 510(075.8)
ББК 22.1я73
О 76

Рецензенты:

доктор педагогических наук, профессор С. А. Розанова

доктор педагогических наук, профессор Е. И. Смирнов

Осташков, В. Н.

О 76 Практикум по решению инженерных задач математическими методами [Текст]: учебное пособие / В.Н. Осташков.— Тюмень: ТюмГНГУ, 2010.— 204 с.
ISBN 978-5-9961-0182-5

В учебном пособии реализуются принципы вариативности исследовательских профессионально-ориентированных задач и технических проблем, допускающих моделирование математическими средствами, в основном известными студентам технических университетов из курса высшей математики. Анализируются эвристические методы составления и решения профессионально-ориентированных задач, затрагиваются проблемы понимания исследователем собственных ощущений и способов мыслительной деятельности во время исследования и творческого процесса. Учебное пособие можно использовать в качестве дополнения к существующим учебным пособиям по математике.

Пособие предназначено для преподавателей, организующих учебно- и научно-исследовательскую работу студентов, а также для студентов технических университетов, интересующихся развитием креативности и применением ИКТ в математике и математическом моделировании.

УДК 510(075.8)
ББК 22.1я73

ISBN 978-5-9961-0182-5

© В. Н. Осташков, 2010
© Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	7
§ 1. Системы материальных точек (1—9)	10
§ 2. Центроид (10—21)	22
§ 3. Коромысла, звёзды (22—44).....	25
§ 4. Нагруженный клин (45—67).....	59
§ 5. Вытекание из резервуара (68—75).....	71
§ 6. Химия (76—87)	75
§ 7. Резервуары для хранения нефти (88—105).....	83
§ 8. Колебания рессоры (106—109)	97
§ 9. Работа по выкачиванию нефти (110—125).....	106
§ 10. Перколяция (126—135)	112
§ 11. Физика Земли (136—156)	117
§ 12. Зубчатые колёса (157—169)	129
§ 13. Теплообмен. Криология (170—178)	143
§ 14. Механика (179—190).....	147
§ 15. Часы. Маятники (191—203)	150
§ 16. Математика (204—225).....	154
§ 17. Дендриты (226—230)	181
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	197
Приложение. ПРОЕКТЫ.....	201

Наш разум по природе своей наделен неутомимой жаждой познавать истину.

Цицерон

ПРЕДИСЛОВИЕ

В России давно настало время перехода от сырьевой экономики к экономике высоких технологий. Для его осуществления требуются и время, и определенные ресурсы, и воля, но, главное, необходимы, во-первых, самые разнообразные технические идеи; во-вторых, носители этих идей — люди с развитым техническим мышлением, которые должны составить огромный корпус компетентных инженеров: изобретателей, конструкторов, проектировщиков, производителей, эксплуатационников; в-третьих, социальные условия, всемерно способствующие переходу к инновационной экономике. Решение этих проблем сопряжено с воспроизводством инженеров, способных обеспечивать весь процесс производства новой продукции — от разработки до реализации ее на рынке.

Настоящая книга — результат совпадения трехсторонних интересов в вопросах обучения поисковой, исследовательской, творческой работе будущих инженеров: во-первых, интересов кафедры технологии машиностроения (ТМ) как выпускающей кафедры (впрочем, как и других выпускающих кафедр) Тюменского государственного нефтегазового университета; во-вторых, интересов автора как преподавателя кафедры высшей математики; в-третьих, заинтересованности будущих инженеров в том, чтобы математика преподавалась с учетом их профессиональной направленности.

Бесспорно, подготовка кадров, способных разрабатывать и внедрять инновационные проекты, считается сегодня приоритетной национальной проблемой, требующей комплексного решения. Фактически выпускающая кафедра выступает социальным заказчиком перед другими кафедрами, в частности, перед кафедрой высшей математики относительно подготовки компетентных специалистов. В связи с этим выпускающая кафедра, отмечая падение качества преподавания математики и естественнонаучных предметов в средней школе и считая, что одним из факторов развития российского инженерного образования становится подготовка специалистов для инновационной

экономики Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, поставила перед преподавателями математики задачу: при подготовке инженеров, способных к производственной, конструкторской, проектной, исследовательской и предпринимательской деятельности, направленной на достижение эффективных результатов производства в условиях жесткой конкуренции и динамических изменений нефтегазового комплекса, осуществлять фундаментальную подготовку с учетом технологической специфики будущей профессии, реализовывать на учебных занятиях принципы вариативности решения технических проблем математическими методами.

Работая над книгой, автор ставил перед собой три цели. Одна из них — обучающая — заключается в том, чтобы изложенные в книге проблемы и задачи способствовали формированию математической компетентности как интегративной характеристики профессионализма будущих инженеров. При этом решаемые проблемы и задачи были подобраны с учетом профессиональной направленности.

Вторая цель — не только познакомить читателя с простейшими приемами и методами исследовательской деятельности, основной задачей которой является производство суждений и создание оригинального продукта как творческий акт, но и создать условия для развития у студентов заложенных природой задатков и способностей к исследовательской и творческой деятельности.

Третья цель — прививая вкус к прекрасному, нацелить технически образованного человека видеть мир целостным, самоподобным, сотканным из хитросплетений реальных, чувственных и абстрактных фрагментов реальности, а также и самому делать этот мир совершенным, комфортным для Природы и Человека.

Книга может быть использована как дополнение к существующим учебникам и учебным пособиям, в которых материал изложен, как правило, последовательно в соответствии с определенными дидактическими принципами. В отличие от них в настоящем учебном пособии изложение выстроено подобно тому, как происходит исследование технической или математической проблемы — внешне эклектично, порой со случайными выходами далеко за пределы исследуемой проблемы, что соответствует принципу творческой деятельности о нестандартности креативной составляющей мышления. В Приложении приводится список проектов для самостоятельного выполнения будущими инженерами. Нумерация задач сквозная, нуме-

рация рисунков и таблиц соответствует номерам задач; так, например, запись «Рис. 214.2» указывает на 2-й рисунок к задаче 214.

Я хочу выразить признательность за плодотворное общение моим коллегам, которых также интересуют проблемы формирования исследовательских умений и профессионализма будущих инженеров, вариативные приемы составления и решения задач и связанная с этими понятиями методика преподавания математики в вузах. Прежде всего, я хотел бы поблагодарить профессора Е.И. Смирнова, сотрудничество с которым оказало решающее значение в формировании моих взглядов на преподавание математики будущим инженерам. Впоследствии я очень много почерпнул из оживленных дискуссий с профессорами В.В. Афанасьевым, А.В. Ястребовым, В.С. Сековановым, О.Б. Епишевой. Я благодарен профессорам ТюмГНГУ д.т.н. Е.В. Артамонову, к.т.н. Ю.И. Некрасову, д.ф.-м.н. В.Ф. Новикову, д.г.-м.н. Ю.С. Папину, д.ф.-м.н. Ю.В. Пахарукову за многочисленные консультации по интересующим меня вопросам из различных технических областей.

Большое спасибо моему другу В.Н. Алексееву, просмотревшему рукопись. Его проверка всех выкладок, взвешенная критика и предложения положительно повлияли на окончательную редакцию. Я очень признателен профессору А.С. Тихомирову, обсуждение с которым избранных вопросов алгебраической геометрии было полезным для рукописи, а также профессору С.А. Розановой, профессору В.В. Майеру, директору ТИ ТюмГНГУ А.Н. Халину за энергичную помощь в издании этого учебного пособия. Я благодарен М.В. Пескову за техническую помощь при подготовке рукописи.