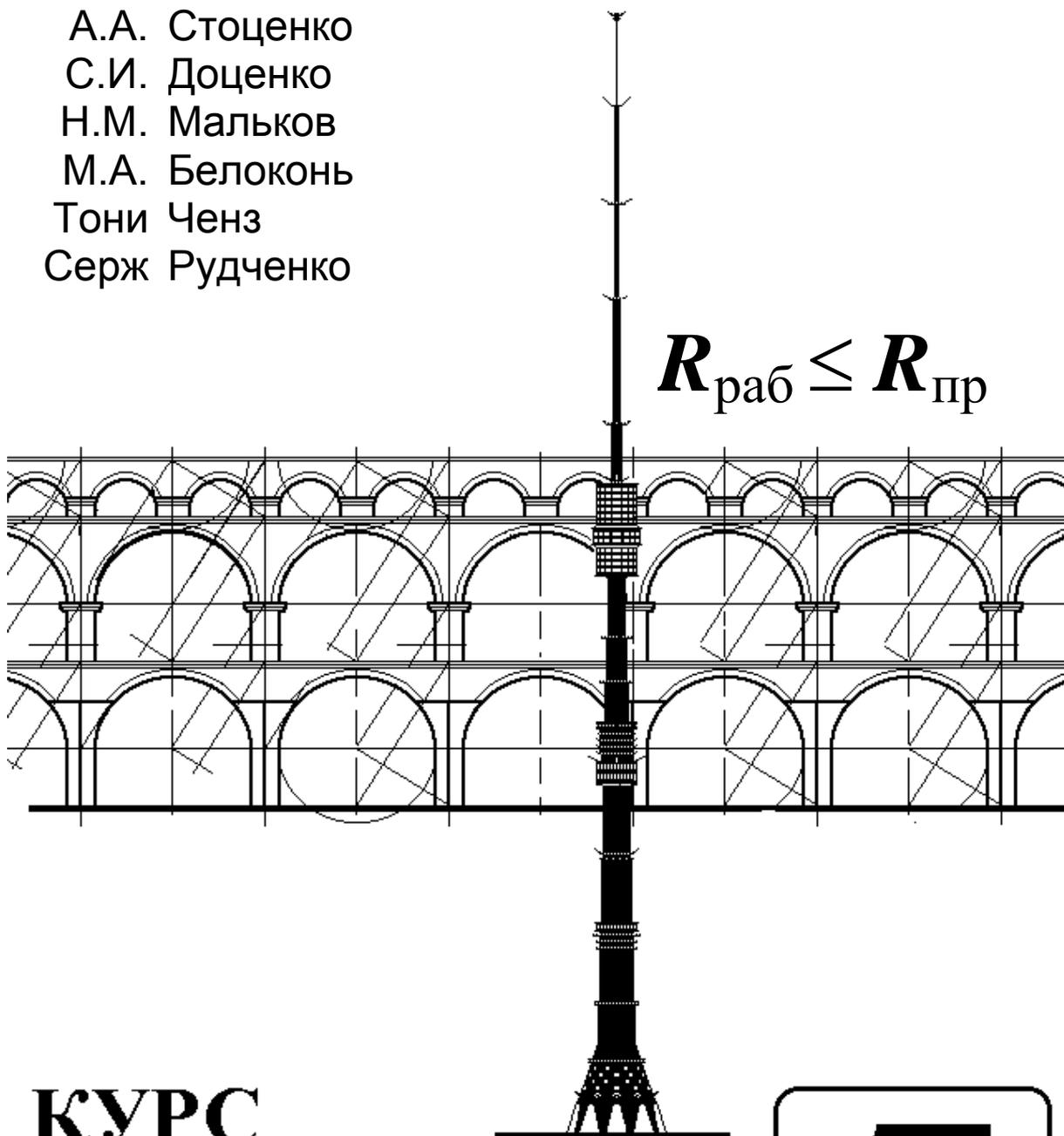


А.А. Стоценко  
С.И. Доценко  
Н.М. Мальков  
М.А. Белоконь  
Тони Ченз  
Серж Рудченко

$$R_{\text{раб}} \leq R_{\text{пр}}$$



**КУРС**  
**ТЕОРИИ**  
**СООРУЖЕНИЙ**  
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА



**А.А. Стоценко, С.И. Доценко, Н.М. Мальков, М.А. Белоконь,  
Тони Ченз, Серж Рудченко**

**КУРС ТЕОРИИ СООРУЖЕНИЙ  
СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА  
в трех частях**

---

---

**Часть первая  
ТЕОРИЯ СООРУЖЕНИЙ В ИНЖЕНЕРНОМ ДЕЛЕ**

**Раздел первый  
КОНЦЕПЦИЯ СИЛ В СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ**

*Великое искусство научиться многому  
- это браться сразу за немногое.  
Джон Локк<sup>1</sup>*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

В предлагаемом курсе излагается инженерная теория сооружений в приложении к исследованию прочности строительных конструкций или «учение о жизни сооружений»<sup>2</sup>. В последнее время она стала называться строительной механикой. Мы считаем ее одной из самых значительных и чрезвычайно полезных для практики наук, являющейся в то же время изящной, увлекательной и действительно научной стороной деятельности строителей. Строительная механика дает возможность предсказывать прочность, устойчивость, долговечность и необходимую надежность проектируемых зданий и сооружений, вырабатывать новые, не существовавшие ранее в окружающем мире конструкции.

«Назначение прочных размеров отдельных частей сооружений и механизмов, выявление экономически целесообразных форм сооружений, составление строительного проекта, научные приемы возведения мостов, зданий, покрытий и тому подобное - вот круг практических задач для широкого и благодарного использования законов и выводов строительной механики»<sup>3</sup>.

Инженерная деятельность все более нуждается в надежном инструменте оценки прочности, который дает теория сооружений. Тем не менее, большинство инженеров использует только малую долю знаний,

---

<sup>1</sup> Джон Локк (D. Locke, 1642-1704) - английский философ, теоретик ассоцианизма - образования идей на базе законов механики.

<sup>2</sup> Велихов А.П. Теория инженерных сооружений. - М.: Госстройиздат, 1924.

<sup>3</sup> Безухов Н.И. Строительная механика. - М.: Госстройиздат, 1933.

полученных из курса строительной механики. По нашему мнению, существует потребность не столько в том, чтобы «дать больше строительной механики», сколько в том, чтобы лучше выяснить возможности её применения. Ценность теории сооружений для инженеров измеряется её практическим применением. Она должна стать полезным орудием в руках инженеров и приблизить их к вершинам профессионализма.

Мы проанализировали степень использования знаний инженеров в области теории сооружений у нас в стране, включая доступные нам сведения об обучении и работе инженеров в дореволюционной России и за рубежом. В результате этого мы убедились, что практика требует специалистов с различным уровнем подготовки по строительной механике. Наибольшая потребность существует в специалистах - инженерах, которые могут оценивать прочность и проектировать сооружения, используя готовые результаты расчетов. От них требуется глубоко понимать саму идею оценки прочности и грамотно, на профессиональном уровне, ею пользоваться. Инженеры этого уровня в своей деятельности опираются на справочники, нормативные материалы или вычислительные средства по расчету сооружений и могут не владеть в совершенстве методами нахождения внутренних усилий, но знать где и как их получить. Таким инженерам под силу решать широкий круг строительных задач - рассчитывать плоские и пространственные сооружения, сооружения, взаимодействующие с основанием и другими средами, стержневые и вантовые системы, мембраны, плиты, оболочки, массивы. Их деятельность ограничивается только полнотой справочной информации.

Практика требует также инженеров более высокого уровня, которые умеют не только применять готовые результаты, но и владеют методами их получения и привязки к специфике эксплуатации сооружений. Такие инженеры должны уметь образовывать расчетные схемы реальных конструкций, выявлять их особенности, влияющие на расчет и его результаты, и владеть способами изменения конструктивных схем с целенаправленным изменением усилий. Хотя круг решаемых задач инженерами второго уровня несколько сужается, но значительно повышается глубина понимания работы конструкции, а следовательно, и проработки конструктивных вопросов. В меньшем объеме, но не менее остра потребность в специалистах, умеющих ставить и решать сложные инженерные задачи, больше относящиеся к научным вопросам. Это такие задачи, как регулирование и оптимизация, разработка методов расчета новых конструктивных схем сооружений, в том числе и выполненных из новых материалов. Необходимы специалисты, которые умеют получать из практики сведения о расчетных свойствах материалов и конструкций, устанавливать критерии прочности, устойчивости, жесткости,

долговечности. Предлагаемый курс содержит три части, предназначенные для обучения специалистов упомянутых выше уровней. В изложении материала мы отошли от традиционной модели обучения, когда обучающемуся даются главным образом теоретические знания и предполагается, что «специалист» самостоятельно научится использовать их в практической деятельности. Мы решили большее внимание уделить накоплению практического опыта в оценке прочности сооружений и постановке задач их проектирования и на основе вызванных практическим опытом вопросов глубоко изучить саму теорию. Каждая часть курса имеет замкнутую структуру с конкретным для обучающегося практическим результатом. Изучив концепцию сил, обучающийся может самостоятельно ставить задачи оценки прочности любых сооружений на любом уровне: по нагрузке, по внутренним усилиям, по напряжениям.

В курсе не затрагиваются все достижения строительной механики на настоящий период. В нем рассматриваются и тщательно разбираются вопросы, которые закладывают основу инженерной теории сооружений и дают возможность продолжить самостоятельную работу по профессиональному совершенствованию.

По приглашению частной фирмы «Skilling Ward Magnuson Barkshire Inc.» (SWMB, Сиэтл, США) – мирового лидера в области расчетов и проектирования сложных зданий и сооружений, авторы прошли в этой фирме стажировку. Познакомились с постановкой проектирования и использования методов расчета в работах американских инженеров – конструкторов. Мы убедились, что предлагаемый нами подход используется в реальном рациональном проектировании, но не нашел отражения в обучении.

Идея создания такого курса была принята и поддержана Сергеем Милентиевичем Рудченко (Сержем Рудченко) – вице-президентом фирмы SWMB, Тони Чензом – членом правления фирмы, специалистом в области воздействий на сооружения инерционной внешней среды (землетрясений и ветра). Они сделали ряд замечаний к рукописи и согласились стать соавторами учебника, передав нам свои идеи по методам расчета и оптимизации сооружений. Авторы считают своим долгом выразить признательность и глубокую благодарность доценту, кандидату технических наук Л.К. Борисенко, первой прочитавшую нашу рукопись; отделу оснований и фундаментов ДальНИИС РААСН; профессору, доктору технических наук В.И. Фёдорову; доктору технических наук В.Е. Абрамову; кандидату технических наук А.А. Ковалевскому; кафедре строительной механики и теории упругости Санкт-Петербургского технического университета; профессору И.А. Константинову; профессору, доктору технических наук В.Н. Слесаренко за их серьезные советы и замечания, данные при рецензировании рукописи, многие из которых были учтены при ее доработке. Мы будем очень признательны и с

благодарностью примем любые другие замечания и предложения, которые поступят в наш адрес.

Главы 1, 5, 7, 8 (первая часть - ванты), 12 и часть приложений написаны А.А. Стоценко; главы 2 и 8 (вторая часть - мембраны) - Н.М. Мальковым; главы 3, 5, 6, 9, 11 и часть приложений - С.И. Доценко; глава 10 первой части учебника написана М.А. Белоконь; часть главы 2 и приложения – Тони Чензом и Сержем Рудченко.

Первая часть курса представлена двумя книгами. В первой помещен раздел, посвященный концепции сил, во второй излагаются особенности приложения концепции сил к конкретным сооружениям.