

ПРЕДИСЛОВИЕ

Окружающий нас мир представляет собой совокупность взаимосвязанных социальных, экономических, технических, биологических и иных систем, процесс функционирования каждой из которых включает получение информации и ее анализ, принятие решений и их исполнение, т. е. выполнение основных операций любого процесса управления. В наиболее общей трактовке это — организация целенаправленного взаимодействия энергии, вещества и информации. Приоритетной и конечной целью использования информации является управление, т.е. выработка и реализация управляющих действий. Универсальность принципов управления позволяет применять их к объектам любой природы, в том числе к самим процессам получения, передачи и обработки информации. Таким образом, и сами процессы управления могут рассматриваться как объекты управления систем более высоких уровней иерархии.

Дисциплина «Теория автоматического управления» или «Теория управления» формирует у будущих инженеров и исследователей системное мышление и целостное видение явлений мира техники, природы, социальной среды, синтезирует знания студентов по математике, физике, другим естественным наукам, дает наглядные примеры их конструктивного применения.

В последние годы практика проектирования и реализации алгоритмов управления претерпела значительные изменения, обусловленные интенсификацией производственных технологий, актуализацией проблем экологии, революционными достижениями в области получения, передачи и обработки информации. Применение непрерывно развивающихся компьютерных программ моделирования и имитации, анализа и синтеза систем управления в большинстве случаев устраняет вычислительные проблемы, связанные с исследованиями и разработками таких систем. Вместе с тем накопленный опыт позволяет утверждать, что расширение области применения теории управления, т.е. круга решаемых на ее основе задач, внедрение новых технологий исследования и

проектирования систем управления относительно мало отразились на основах названной учебной дисциплины.

По основам теории автоматического управления в нашей стране издан целый ряд учебников и учебных пособий. Однако они написаны относительно давно, и сохранившихся экземпляров в настоящее время недостаточно для обеспечения учебного процесса в технических вузах. Это связано с тем, что дисциплины «Теория автоматического управления» и «Теория управления» входят в состав федеральной компоненты Государственного образовательного стандарта многих специальностей и направлений высшего профессионального образования.

Вполне очевидна сложность задачи написания нового учебника. Особую трудность здесь представляет отбор материала, относящегося к «основам», из всего того необъятного, что входит в «классическую» и «современную» теорию управления. По этому вопросу отсутствует единая точка зрения, поэтому право на существование имеют самые разные мнения, представляющие различные школы.

Традиционное изложение основ теории управления обычно требует большого объема учебника, поскольку значительное место здесь уделяется вспомогательному материалу: математическим основам, способам, приемам и методикам упрощения вычислений, подробному описанию свойств типовых динамических звеньев и т. п. Изложение тех же основ в ряде книг по «современной» теории управления базируется на абстрактном, преимущественно формально-алгебраическом подходе, трудном для восприятия студентами при изучении фундаментальных свойств и раскрытии «механизмов» управления. В ряде учебников по основам теории автоматического управления материал систематизируется не по задачам теории управления, а по формам представления математических моделей (передаточные функции, структурные схемы или системы дифференциальных уравнений в матричной форме пространства состояний) и по методам расчета (частотные, графо-аналитические или временные, аналитические), что отражает не столько суть, сколько — этапы развития дисциплины.

В предлагаемом учебнике авторами сделана попытка изложения основ теории управления без ее разделения на «классическую» и «современную». Другой его особенностью является четкое выделение материалов, посвященных математическим моделям, анализу и синтезу систем управления.

Учебник содержит сравнительно большой объем материала по математическим моделям. Это объясняется тем, что именно особенности математических моделей в значительной мере определяют рамки любой теоретической дисциплины. Характерной чертой структурных моделей, используемых в теории управления, отличающих их от динами-

ческих (поведенческих) моделей, рассматриваемых в других учебных дисциплинах, является причинно-следственный характер взаимодействий элементов систем, что отражает информационно-алгоритмический подход, принятый в теории управления и теории связи (коммуникаций). Еще одной особенностью предлагаемого учебника является попытка систематизации материала по задачам, а не по методам их решения. Авторы стремились к сбалансированному рассмотрению фундаментальных свойств систем управления — устойчивости, инвариантности, чувствительности. В книге усилено внимание к теоретико-системному аспекту проблематики моделирования и анализа систем управления, объяснению свойств поведения систем в зависимости от характеристик образующих их частей и особенностей структуры причинно-следственных связей между ними. Сознательно сокращен объем материала по анализу устойчивости линейных систем, так как применение ЭВМ снижает роль некоторых традиционных методов констатации устойчивости систем этого класса. По той же причине не приводятся различные графические процедуры и номограммы, используемые при анализе и расчете показателей качества типовых систем, формировании желаемых характеристик и т. д. Отсутствует также подробное описание типовых динамических звеньев — их, по мнению авторов, следует рассматривать как примеры при проведении лабораторных практикумов.

В книгу включены разделы, посвященные методам оптимизации систем управления, которые находят широкое применение в инженерной практике. Хотя эта часть материала выходит за рамки обычного курса теории управления, авторы сочли необходимым дополнить учебник соответствующими разделами.

Книга состоит из шести частей. Первая часть посвящена краткому неформальному изложению основных понятий теории управления. Во второй части приводятся формы представления линейных непрерывных конечномерных моделей, методы анализа устойчивости, инвариантности и чувствительности, а также задачи и методы синтеза систем управления. В третьей части рассматриваются линейные дискретные и импульсные системы управления, приводятся общие сведения об автоматических системах, анализ и синтез которых целесообразно проводить по дискретным моделям, даются методы анализа и синтеза импульсных систем. В четвертой части книги вводятся нелинейные модели систем управления, обосновывается их необходимость, даются методы анализа равновесных режимов, анализа поведения динамических систем на фазовой плоскости, методы исследования устойчивости положения равновесия, а также приближенный метод исследования периодических режимов в нелинейных системах с обратной связью. Пятая

часть книги посвящена анализу и синтезу систем управления при случайных воздействиях. Содержание этой части в значительной степени базируется на материалах лекций, которые в течение многих лет читал доцент кафедры Автоматики и процессов управления (АПУ) Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им.В.И.Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ) Э. В. Сергеев. В шестой части учебника изложены методы оптимизации управлений и алгоритмов управления. Ряд задач теории управления, рассмотренных в предыдущих разделах, здесь приводится в более общей постановке, даются строгие методы их решения. В отличие от предыдущих частей книги, где задачи и методы теории управления излагались на примерах одномерных систем, здесь рассматриваются многомерные системы управления.

Авторы книги — преподаватели кафедры АПУ СПбГЭТУ «ЛЭТИ» — стремились отразить лучшие традиции научно-педагогической школы кафедры в области теории управления. В основе учебника лежат курсы лекций по теории управления, прочитанные в разные годы профессорами В. Б. Яковлевым, В. А. Олейниковым, Д. Х. Имаевым, А. И. Солодовниковым, В. А. Тереховым, доцентами Н. С. Зотовым, Ф. Ф. Кот-ченко, Н. Н. Кузьминым и Э. В. Сергеевым. На изложение материала сильное влияние оказали сформулированные членом-корреспондентом АН СССР А. А. Вавиловым принципы системного подхода к построению моделей, анализу и эволюционному синтезу систем управления.

Большую помощь при обсуждении содержания учебника оказали профессор А. И. Солодовников, В. А. Терехов и А. Э. Янчевский, доценты А. А. Алексеев, В. Г. Григорян и Л. Б. Пошехонов. Подготовка рукописи выполнена инженерами Т. Р. Белинской, А. Н. Ветровым и Т. О. Михайловой. Всем им авторы выражают свою искреннюю благодарность.

Авторы весьма признательны коллективу кафедры систем управления и информатики С.-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета), а также профессору Г.А. Дидуку за рецензирование рукописи и весьма ценные замечания, которые были учтены при ее окончательном редактировании.

Авторы настоящего издания понимают, что написание учебника по основам теории управления — дело весьма непростое и ответственное, поскольку имеют право на существование различные взгляды как на содержание такого учебника, так и на методику преподавания соответствующей учебной дисциплины. Авторы с благодарностью примут любые замечания и предложения коллег.

Авторы