

24. Smith J.O., Abel J.S. The spherical interpolation method for closed-form passive source localization using range difference measurements. *Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal*, 1987, vol. 12, pp. 471–474.
25. Schau H.C., Robinson A.Z. Passive source localization employing intersecting spherical surfaces from time-of-arrival differences. *Proc. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal*, 1987, vol. 35, no. 8, pp. 1223–1225.
26. Huang Y. et al. Real-time passive source localization: a practical linear-correction least-squares approach. *Proc. IEEE Transactions on Speech and Audio*, 2001, vol. 9, no. 8, pp. 943–956.
27. Beck A., Stoica P., Li J. Exact and approximate solutions of source localization problems. *Proc. IEEE Transactions on Signal*, 2008, vol. 56, no. 5, pp. 1770–1778.
28. Canclini A. et al. A robust and low-complexity source localization algorithm for asynchronous distributed microphone networks. *Proc. IEEE Transactions on Audio, Speech and Language*, 2015, vol. 23, no. 10, pp. 1563–1575.
29. Canclini A. et al. Localization of acoustic sources through the fitting of propagation cones using multiple independent arrays. *Proc. IEEE Transactions on Audio, Speech and Language*, 2012, vol. 20, no. 7, pp. 1964–1975.

*Received 11.03.2021*

---

## ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

---

УДК 65.011.56

### ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОНСТРУКТИВНО СЛОЖНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Матвеева Е.А., Иванов Д.В.*

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ  
E-mail: helen\_matveeva@mail.ru, 555ivanov777@gmail.com*

Предложен комплексный подход к решению задач ускоренного экономического роста машиностроительной промышленности, поставленных в национальных проектах «Повышение производительности», «Цифровая экономика», «Наука»: разработка пилотного проекта интегрированных систем управления производством (ИСУП) машиностроительных предприятий на базе интеграции эффективных форм, методов и систем организации производства, труда и управления, информационных, цифровых технологий, оптимизационных методов решения управленческих задач с апробацией на якорном предприятии; глубокая интеграция образования, науки и производства в рамках создания учебно-научно-производственного комплекса (УНПК), объединяющего якорное предприятие, научные подразделения и профильные кафедры вуза с целью ускорения продвижения созданной ИСУП на предприятия отрасли, повышения компетентности специалистов предприятий, преподавателей вузов (курсы, стажировки), совершенствования учебных процессов подготовки молодых специалистов.

**Ключевые слова:** *машиностроение, мелкосерийное производство, системы организации и управления производством, информационные технологии, эффективность*

#### **Введение**

Успешная реализация программ по подъему и развитию машиностроения зависит от решения многих достаточно сложных общепризнанных проблем, стоящих сегодня перед машиностроительными предприятиями, основные из них: устаревшие технологии, изношенное оборудование, дефицит квалифицированных кадров, действующие системы управления [1; 3; 5–7].

В последние годы в рамках реализации задач, поставленных в национальном проекте «Повы-

шение производительности», активно ведутся работы по замене устаревших технологий и оборудования, что позволяет существенно повысить производительность труда на предприятиях.

Наиболее сложными в решении проблем, направленных на повышение производительности труда не на отдельных предприятиях, а на подъём и развитие машиностроительной отрасли в целом, являются действующие системы управления производством и сложившийся дефицит кадров на машиностроительных предприятиях, в вузах,

колледжах, для решения которых требуются продолжительное время и серьезные инвестиции.

Наполняемость рынка информационных технологий (ИТ) системами управления производством, обеспечивающими повышение эффективности производства, слабая. Предлагаемые сегодня на рынке ИТ отечественные и зарубежные системы управления ориентированы в основном на непрерывное поточное массовое, на дискретное крупносерийное, серийное производство [2; 3; 8]. Разработка систем управления мелкосерийным дискретным производством для предприятий, выпускающих конструктивно сложную продукцию, отложено на перспективу.

В то же время в стране до начала перестройки работы по повышению эффективности производства активно и результативно велись отраслевыми НИИ, проектными институтами, вузами. В результате был создан научно-технический потенциал, накоплен практический опыт комплексного подхода к решению проблемы повышения эффективности производства. Одно из лидирующих мест в этих работах занимал Самарский (Куйбышевский) регион.

На большинстве куйбышевских заводов отделы НОТ были преобразованы в отделы НОТПУ (отделы научной организации труда, производства и управления). В КПТИ (Куйбышевский политехнический институт) на базе кафедры «Технология машиностроения» была открыта специализация «Технология, организация и управление производством» с организацией учебного процесса подготовки специалистов по системе «Завод-втуз», являющейся наиболее эффективной формой интеграции процесса обучения с производством. С целью углубления сближения образования, науки и производства был организован и успешно функционировал УНПК, в структуру которого входили: профильные кафедры и отраслевые лаборатории авиационного и политехнического институтов, филиал отраслевого НИИД, заводы: авиационный, гидроавтоматики, авиаагрегатный, аэродромного оборудования.

Разработанные в рамках УНПК системы организации и оперативно-календарного управления производством прошли промышленную апробацию в цехах базовых предприятий, которая показала их высокую эффективность: объём производства с тех же мощностей увеличился на 30–43 %, длительность производственного цикла сократилась на 24–32 %, себестоимость деталей уменьшилась на 28–36 %. Разработки получили высокую оценку и рекомендации для их широкого распространения в авиационном производстве.

Возобновление прерванных научных, проектных, внедренческих работ по повышению эффективности производства, изучение, анализ накопленного теоретического и практического опыта, его логическое развитие с ориентацией на изменившиеся условия функционирования предприятий, существенно возросший уровень современных компьютеров, операционных систем, информационных, цифровых технологий позволяют с уверенностью прогнозировать возможность создания различных модификаций отечественных систем организации и управления производством, которые станут отправной базой успешной реализации задач, поставленных в национальных проектах: «Повышение производительности», «Цифровая экономика», «Наука».

### **Проблемы организации и управления производством конструктивно сложной продукции**

Стремление к удовлетворению запросов рынка, переход от «рынка продавца» к «рынку покупателя» привели к резкому росту номенклатуры выпускаемой продукции, к увеличению числа предприятий машиностроения с мелкосерийным (позаказным) типом производства [6; 7; 10]. Прогнозируется дальнейший рост их численности до 65 % в общей численности машиностроительных предприятий с одновременным ростом доли производства конструктивно сложной продукции (КСП), сложность управления которыми раскрывается в их общих характерных для этих типов производства особенностях, к которым относятся следующие.

1. Большая и разнообразная номенклатура выпускаемой КСП (самолетов, ракет, двигателей, станков, судов, реакторов и др.) с многоступенчатостью конструкций изделий, с большой номенклатурой входящих в изделия узлов, деталей собственного производства и покупных (от десятков до нескольких тысяч).

2. Большое многообразие используемых в производстве материалов и комплектующих с большим количеством поставщиков, требующее организации сложных производственных взаимосвязей, налаженной координации работы машиностроительного завода с предприятиями-поставщиками.

3. Большое разнообразие и сложность технологических процессов на всех стадиях производства (заготовительная, обрабатывающая, сборка) обуславливают производственную структуру завода, включающую большое количество цехов и производственных участков разной спе-



Рисунок 1. Управление производством на цеховом уровне

циализации с высокой степенью взаимосвязей и взаимозависимости между ними, требующих четкой организации производственного процесса в пространстве и времени.

4. Широкий диапазон длительности производственных циклов изготовления деталей, узлов, несовпадение в планировании очередности их запуска – выпуска (и даже противоречия) для обеспечения комплектации сборки и сокращения числа и продолжительности переналадок оборудования при смене обрабатываемых партий деталей. Простои оборудования, связанные с проведением переналадок, и по организационным причинам составляют 30–40 %.

Сложность управления производством связана с переработкой больших объемов информации в сжатые сроки с достаточно высокими требованиями к достоверности получаемых результатов как при решении задач объемного планирования на уровне предприятия, цеха, производственного участка, так и при оперативно-календарном планировании производства на межцеховом и внутрицеховом уровнях [4; 6].

### Базовые положения, принципы построения ИСУП КСП

Базовые положения, принципы построения, структура ИСУП КСП сформировались на осно-

вании изучения и анализа существующих проблем управления мелкосерийным производством КСП, накопленного теоретического и практического опыта работ по повышению эффективности производства по ключевым показателям: повышению производительности труда; увеличению объемов, сокращению сроков производства; снижению затрат на производство (бережливое производство) [1; 5–7; 10].

**1. Объектом управления в ИСУП КСП** является производственная деятельность предприятия во взаимосвязи с материально-техническим обеспечением, охватывающая весь производственный цикл от получения заказа до отгрузки готовой продукции по всем стадиям: заготовительная, обрабатывающая, сборочная – и уровням: завод, цех, участок, рабочее место (см. рисунок 1).

**2. Модульное (блочное) построение системы** в виде базовой модели и библиотеки разнофункциональных сменных модулей позволяет поэтапно проектировать, вводить в эксплуатацию, совершенствовать и развивать систему путем наращивания или замены отдельных модулей; конструировать различные модификации систем управления под специфические особенности различных предприятий, цехов, участков; сократить сроки адаптации к условиям конкретных предприятий.

**3. Функционирование ИСУП КСП в едином информационном пространстве с системой управления предприятием:** с системами САПР, бухгалтерским учетом, управлением персоналом и др., обеспечивая оптимизацию информационных потоков (одноразовый ввод оперативной информации, исключая дублирование), сокращение документооборота.

**4. Включение в систему управления новых логистических и оптимизационных задач,** таких как расчет и оптимизация партии запуска, формирование календарных планов-графиков на базе моделирования и оптимизации загрузки оборудования и др., даёт руководителям всех уровней возможность моделировать, анализировать и оценивать возможные варианты управленческих решений в различных складывающихся производственных ситуациях с выбором оптимального варианта управленческого воздействия:

- коллективной формой организации труда, в которые объединяются основные и вспомогательные рабочие участка всех профессий с непрерывным посменным планированием работ по всей технологической цепочке, что обеспечивает увеличение объемов производства готовой продукции;

- дифференцированная система оценки и оплаты труда каждого рабочего, каждого подразделения и руководителя на базе введения более оперативной и объективной оценки результатов труда существенно повышает мотивацию к производительному, качественному коллективному и индивидуальному труду, к экономному расходованию материальных и других используемых в производстве ресурсов (бережливое производство).

**5. Ориентация ИСУП КСП на прогрессивные формы и методы организации производства и труда,** поскольку «автоматизация управления без коренной реорганизации самого производства (по высказыванию академика В.М. Глушкова) равносильна установке ракеты на телегу» [4; 6]:

- методы групповой технологии и организации производства основаны на объединении конструктивно однородных деталей в группы, на унификацию технологии производства, что позволяет условно повысить серийность производства, перейти на высокопроизводительные методы обработки, обеспечивая существенное повышение производительности труда;

- система планово-предупредительного обслуживания рабочих мест ППОРМ обеспечивает рабочие места до начала смены всем необходи-

мым для выполнения сменных заданий: материалами, заготовками, инструментом, что позволяет сократить простои оборудования на переналадки, по организационным причинам, увеличить съём продукции с тех же мощностей;

- комплексные сквозные бригады являются наиболее эффективной формой организации коллективного труда

**6. Слагаемые экономического эффекта ИСУП КСП,** совокупностью действий которых обеспечивается эффективность производства предприятия по всем ключевым показателям [6; 9], представлены на рисунке 2.

Функцией профильных кафедр и научных подразделений вузов при этом может быть проведение научно-исследовательских и проектных работ по изысканию и разработке с апробацией на базовых предприятиях эффективных методов, форм, систем организации производства, труда и управления.

### **Создание УМПК для повышения эффективности производства машиностроительных предприятий**

Организация и ведение комплекса работ по повышению эффективности машиностроительных предприятий включают:

- разработку пилотного проекта ИСУП КСП; организацию его продвижения на машиностроительные предприятия России; повышение компетентности специалистов предприятий, научно-педагогического состава специалистов вузов; совершенствование процессов подготовки молодых специалистов, углублённую интеграцию производства, науки и образования, что реализуется в рамках УМПК на базе объединения профильных кафедр и научных подразделений вузов, якорных (базовых) предприятий;

- развитие проекта ИСУП КСП, обеспечивающего рост эффективности производства машиностроительных предприятий по ключевым показателям, с его апробацией на базовых предприятиях комплекса с привлечением к работам студентов старших курсов и молодых специалистов;

- проведение семинаров, стажировок, курсов для специалистов и руководителей машиностроительных предприятий разных уровней с целью повышения их компетенции и ускорения внедрения результатов НИР в производство на машиностроительных предприятиях России;

- проведение стажировок, курсов для научно-педагогического состава специалистов вузов в целях изучения теоретического и практического опыта повышения эффективности производства на базовых предприятиях с последующим ис-





Рисунок 2. Слагаемые экономического эффекта от внедрения ИСУП КСП

пользованием в учебных процессах подготовки молодых специалистов (на тренингах, в курсовых, дипломных работах).

Функции якорных (базовых) предприятий при этом следующие:

- активное участие руководителей и специалистов предприятий на всех этапах создания пилотного проекта ИСУП КСП: в проектировании, в отладке в процессе опытно-промышленного внедрения, в анализе и расчётах фактических показателей эффективности разработанной системы управления;

- создание на площадях базовых предприятий учебных центров для проведения курсов, стажировок руководителей и специалистов машиностроительных предприятий, научно-педагогического состава специалистов вузов с целью повышения их компетенции, успешного освоения и ускорения продвижения передовых эффективных способов организации производства, труда и управления на предприятия страны, в перспективе и СНГ.

### Этапы и сроки разработки пилотного проекта ИСУП КСП

Весь комплекс работ по разработке пилотного проекта ИСУП КСП до запуска в промышленную эксплуатацию включает следующие этапы [6; 9].

**Этап I. Разработка технического задания (ТЗ)** ведется по результатам консалтинга су-

ществующих на базовых предприятиях систем организации и управления производством. ТЗ включает следующие разделы: предпосылки, цель, основные требования и принципы построения создаваемой системы управления; состав функциональных базовых и сменных блоков и входящих в блоки задач; требования к средствам реализации системы (техническому, информационному, программному, организационному обеспечению); укрупнённый график выполнения работ (содержание, последовательность и сроки).

**Этап II. Разработка функционально-информационной модели (ФИМ)** проектируемой системы управления в виде альбома схем и пояснительной записки, отражающих функциональные и информационные связи между функциональными блоками и задачами внутри блоков.

Создание ФИМ проектируемой системы – наиболее сложный и ответственный этап работ, её создание позволяет: описать, «увидеть», скорректировать будущую систему до того, как она будет реализована физически; подключить к реализации проекта нескольких разработчиков, обеспечивая при этом их информационную увязку.

**Этап III. Разработка технического проекта**, в котором содержатся: алгоритмы решения входящих задач, виды настроек, логическая структура базы данных, регламент работы подразделений, описание технологии работы пользователей в системе (меню, последовательность

работ, описание экранных форм и отчетов). Тщательно проработанный технический проект позволяет существенно сократить время на написание программ и свести к минимуму их доработки в процессе тестирования и внедрения.

**Этап IV. Разработка рабочего проекта** (программного обеспечения в строгом соответствии с техническим проектом). После проведения тестирования программ, разработки временных инструкций для пользователей программное обеспечение сдается в опытно-промышленную эксплуатацию.

**Этап V. Опытно-промышленное внедрение** включает следующие работы: заполнение баз данных, опытно-промышленную эксплуатацию системы пользователями в реальных производственных условиях под методическим сопровождением разработчиков, отладку системы, программного обеспечения, инструкций пользователям и другой технической документации по результатам опытно-промышленной эксплуатации системы.

### Заключение

В современных условиях, когда наполняемость рынка ИТ-системами управления дискретным мелкосерийным производством, обеспечивающими повышение эффективности их производственной деятельности, слабая, своевременность создания отечественной эффективной системы управления производством, превосходящей и опережающей зарубежные разработки, её актуальность и прогнозируемая востребованность машиностроительными предприятиями разной производственной направленности не вызывает сомнений.

Организационным началом активного возобновления научно-технических и проектных работ, имеющих высокую значимость для подъёма и развития машиностроительной промышленности в региональном и в национальном масштабе, может стать создание УНПК. Накопленный опыт по проектированию эффективных систем организации и управления производством и их внедрению на самарских заводах позволяет прогнозировать успешность работ в реализации целей и

задач, поставленных в национальных проектах: «Повышение производительности», «Цифровая экономика», «Наука».

### Литература

1. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRPII. СПб.: Питер, 2003. 352 с.
2. Глинских А., Андропова О. Анализ современного состояния российского рынка КИС. URL: <http://www.cl.ru/inform12-00> (дата обращения: 01.04.2021).
3. Глинских А. Современное состояние и перспективы развития мирового рынка PDM-систем. URL: <http://www.ci.ru> (дата обращения: 01.04.2021).
4. Глушков В.М. Автоматизированные системы управления сегодня и завтра. Лекции. М.: Мысль, 1976. 76 с.
5. Проблемы и пути повышения эффективности управления промышленными предприятиями на базе компьютеризации / А.С. Иванова [и др.] // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2006. № 11. С. 8–16.
6. Интегрированные системы управления производством машиностроительных предприятий / А.С. Иванова [и др.]. Самара: АС Гард, 2011. 312 с.
7. Иванова А.С., Матвеева Е.А., Пирогов В.В. Проблемы повышения эффективности управления производством предприятий авиапрома и пути их решения // Авиационная промышленность. 2016. № 4. С. 51–54.
8. Корпоративные системы управления держатся на ИТ-директорах. URL: <https://www.pc-week.ru> (дата обращения: 01.04.2021).
9. Матвеева Е.А. Модель внедрения интегрированных систем управления предприятиями и расчета экономических показателей эффективности // Вестник СГЭУ. 2011. № 10 (84). С. 44–50.
10. Матвеева Е.А. Эффективные методы управления мелкосерийным производством // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2007. № 2. С. 29–37.

Получено 04.03.2021

**Матвеева Елена Александровна**, к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики (ПИ) Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 904 731-39-25. E-mail: [helen\\_matveeva@mail.ru](mailto:helen_matveeva@mail.ru)

**Иванов Дмитрий Владимирович**, соискатель кафедры ПИ ПГУТИ. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 917 165-12-28. E-mail: [555ivanov777@gmail.com](mailto:555ivanov777@gmail.com)

## INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEMS AS A SOLUTION TO THE PROBLEM IMPROVING THE PRODUCTION EFFICIENCY OF STRUCTURALLY COMPLEX PRODUCTS

*Matveeva E.A., Ivanov D.V.*

*Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation  
E-mail: helen\_matveeva@mail.ru*

A comprehensive approach to solving the problems of accelerated economic growth of the machine-building industry, set out in the national projects: «Increasing productivity», «Digital Economy», «Science»: development of a pilot project of machine-building production management systems based on the integration of effective forms, methods and systems of production organization, labor and management, information and digital technologies, optimization methods for solving management tasks (ISPS), with testing at the anchor enterprise; deep integration of education, science and production in the framework of creation of the academic and research manufacturing unit (ARMU), uniting the anchor enterprise, scientific departments and relevant departments of the University with the aim to accelerate the created PMIS on the enterprise sector, improving the competence of specialists, University professors (courses, internships), improvement of the educational process of training of young specialists.

**Keywords:** *mechanical engineering, small-scale production, production organization and management systems, information technology, efficiency*

**DOI:** 10.18469/ikt.2021.19.2.14

**Matveeva Elena Aleksandrovna**, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Associate Professor of Applied Informatics Department, PhD in Technical Sciences. Tel. +7 904 731-39-25. E-mail: helen\_matveeva@mail.ru

**Ivanov Dmitry Vladimirovich**, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Applicant of Applied Informatics Department. Tel. +7 917 165-12-28. E-mail: 555ivanov777@gmail.com

### References

1. Gavrilov D.A. *Manufacturing Management Based on the MRPII Standard*. Saint Petersburg: Piter, 2003, 352 p. (In Russ.)
2. Glinskikh A., Andronova O. Analysis of the current state of the Russian CIS market. URL: <http://www.cl.ru/inform12-00> (accessed: 01.04.2021). (In Russ.)
3. Glinskikh A. Current state and development prospects of the world market of PDM – systems. URL: <http://www.ci.ru> (accessed: 01.04.2021). (In Russ.)
4. Glushkov V.M. *Automated Control Systems Today and Tomorrow. Lectures*. Moscow: Mysl', 1976, 76 p. (In Russ.)
5. Ivanova A.S. et al. Problems and ways to improve the efficiency of management of industrial enterprises based on computerization. *Vestnik komp'yuternyh i informatsionnyh tehnologij*, 2006, no. 11, pp. 8–16. (In Russ.)
6. Ivanova A.S. et al. *Integrated Production Management Systems for Machine-Building Enterprises*. Samara: AS Gard, 2011, 312 p. (In Russ.)
7. Ivanova A.S., Matveeva E.A., Pirogov V.V. Problems of increasing the efficiency of production management at aircraft industry enterprises and ways to solve them. *Aviatsionnaja promyshlennost'*, 2016, no. 4, pp. 51–54. (In Russ.)
8. Corporate governance systems are held by CIOs. URL: <https://www.pcweek.ru> (accessed: 01.04.2021). (In Russ.)

9. Matveeva E.A. A model for the implementation of integrated enterprise management systems and the calculation of economic performance indicators. *Vestnik SGEU*, 2011, no. 10 (84), pp. 44–50. (In Russ.)
10. Matveeva E.A. Effective Small Batch Management Practices. *Vestnik komp'yuternyh i informatsionnyh tehnologij*, 2007, no. 2, pp. 29–37. (In Russ.)

*Received 04.03.2021*

УДК 620.9, 303.732

## АЛГОРИТМ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

*Сагитова Л.А.*

*Самарский государственный технический университет, Самара, РФ*

*E-mail: l0410@mail.ru*

Функционирование энергетических систем в условиях постоянных преобразований внешней среды в совокупности с их высокой сложностью приводят к необходимости принятия сложных управленческих решений. В данной статье был проведен анализ деятельности энергосистемы по повышению эффективности её функционирования на примере Самарской области. Для повышения эффективности управления энергосистемой была разработана структура системы поддержки принятия решений. В предложенном алгоритме был реализован принцип системного подхода к ресурсосбережению в энергетических производствах. Построены математические модели, позволяющие описать функционирование энергосистемы. Сформулированы обобщённые критерии эффективности работы энергетического оборудования. Сконструирована и предложена система управления, позволяющая получать научно обоснованные управленческие решения в сфере инвестирования в энергетику.

**Ключевые слова:** управление, эффективность энергосистемы, структурный синтез, математическое моделирование, производственная функция, архитектура алгоритма системы поддержки принятия решений

### Введение

Энергетика является одной из важнейших отраслей экономики РФ и оказывает влияние на качество жизни людей и развитие промышленности. В соответствии с Указом Президента РФ от 07.07.2011 № 899 одними из приоритетных направлений развития науки, техники и технологий в России являются энергосбережение, энергоэффективность и ядерная энергетика. Всё это подтверждает важность организации мероприятий, направленных на повышение эффективной деятельности энергопредприятий.

Для повышения эффективности работы энергопроизводств необходимо совершенствование структур и методов системного управления. Поэтому актуальной является разработка алгоритма системы поддержки принятия решений (СППР) для анализа и формирования математически обоснованных решений управления энергетическим комплексом. Разработка алгоритма СППР проводилась для Самарской энергосистемы, состоящей из крупнейших энергетических предприятий Самарской области, входящих в состав ПАО «Т Плюс».

### Анализ структуры энергетической системы Самарской области

Исследована структура данной энергосистемы. В настоящее время в состав энергосистемы входят семь теплоэлектроцентралей. Установленная электрическая мощность энергосистемы составляет – 2867,9 МВт, установленная тепловая мощность – 11366,13 Гкал/ч.

В качестве элементов сложного развивающегося объекта – энергосистемы – примем энергопредприятия (ТЭЦ), входящие в ее состав.

Таким образом, специфика энергосистемы Самарской области, состоящей только из ТЭЦ, осуществляющих совместную выработку тепловой и электрической энергии, обуславливает особенности ее работы и накладывает ограничения на ее деятельность. Раздельная выработка тепловой и электрической энергии на ТЭЦ является экономически неэффективной, например, при переводе ТЭЦ в конденсационный режим работы КПД снижается до значений 10–15 %. Кроме этого, объемы производства энергии энергосистемой определяются нуждами потребителей в реальном времени, так как невозможно складировать и запастись энергией [1–4].