

Результаты исследования эффективности линейного управления

03, март 2014

DOI: 10.7463/0314.0702774

Лапушкин И. И., доцент, к.т.н. Мазурин Э. Б.

УДК 65.012

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

ilapushkin@gmail.com

mazurin@controlling.ru

Актуальность.

Изменения, происходящие в настоящее время в электроэнергетической отрасли России, показали, что изучение вопросов диверсификации, изменения потенциала и системы управления предприятиями отрасли являются важными и актуальными с точки зрения не только повышения эффективности отдельных предприятий, но и всей отрасли.

Разделение единой энергосистемы России на отдельные комплексы и предприятия в 90-х – 2000 годах привело к образованию большого числа предприятий, связанных между собой как по технологическим процессам (генерация и передача электроэнергии), так и по бизнес-процессам (учет потребления электроэнергии, выставление счетов, аккумулярование денежных потоков).

Появление независимых коммерческих предприятий в отрасли привело как к ухудшению управляемости непрерывными процессами (генерации и передачи электроэнергии), так и серьезным сбоям в функционировании инфраструктурных процессов (ремонт, выставление счетов и получение денежных средств). Но, одновременно, по ряду процессов наблюдалось повышение эффективности в работе за счет снижения издержек при функционировании.

Эффективно функционирующие независимые коммерческие предприятия, по мере своего роста, приходили к необходимости изменения структуры бизнеса, в том числе и за счет внешнего роста, выражавшемуся в слиянии с другими компаниями. Кроме того, функционируя в едином технологическом цикле энергоснабжения, слияния компаний с образованием холдингов часто обусловлены и чисто техническими (технологическими) причинами.

До вхождения в холдинг, независимые компании должны реализовывать внутри себя полностью законченный цикл создания продуктов. После вхождения в холдинг становится очевидной неэффективность дублирования и пересечения ряда функций в холдинге и поглощаемой компании.

Дублирование и пересечение функций приводит к резкому снижению эффективности (теряется смысл образования холдинговой структуры) как поглощенной компании, так и управляющей компании. Следствие неэффективности - серьёзный конфликт взаимоотношений. Каждая из сторон защищает свои интересы и свою целостность. При этом самым критическим вопросом оказывается вопрос управляемости нового ресурса холдинга со стороны профильных служб управляющей компании. Главная претензия со стороны управляющей компании (далее – холдинг) – поглощенная компания (далее – компания) не управляема, главная претензия со стороны компании - управляющая компания неэффективно использует потенциал и постепенно разрушает поглощенную компанию.

Согласование работы холдинга и компании показало, что крайне сложным оказался процесс разработки весомых аргументов в пользу тех или иных управленческих решений. Например, как определить критерии при выборе вариантов распределения и передачи функций внутри системы холдинг – компания. При этом, не меняя основные процессы - как холдинга, так и компании (ради высокой эффективности которых и планировалось создание холдинга) выделить эффективность управленческой составляющей из всех процессов холдинга и выявить его влияние на сеть основных производственных процессов (в том числе – ведение компанией проектной деятельности).

Степень проработанности проблемы.

Вопросам согласования работы в корпорациях и холдинга с дочерними предприятиями, а также вопросам эффективного управления холдингами посвящено большое количество работ как зарубежных (Акофф Р., Анзоф И., Майер Э., Нельсон Р., Оптнер С., О’Шоннеси Д., Уитнер С., Хан Д., Шумпетер Й., Янг С.), так и отечественных ученых (Абалкин Л.И., Афанасьева В.Г., Винслав Ю.Б., Дементьев В.Е., Докучаева М.В., Карминский А.М., Клейнер Г.Б., Львов Д.С., Малышева Л.А., Мильнер Б.З., Павленков М.Н., Поршнева А.Г., Рапопорт В.Ш., Сазонова Г.А., Хрусталева Е.Ю., Фалько С.Г.).

Практически все авторы в своих исследованиях уделяли внимание «внешней стороне» слияния независимой компании с холдингом – оценке эффектов по показателям деятельности холдинга и показателям деятельности входящей в холдинг компании. Кроме того, объединение независимой компании и холдинга обычно рассматривается как свершившийся факт. В случае,

если проведен детальный анализа переходного процесса (в течение которого происходит согласование работы холдинга и независимой компании), не приводятся результаты влияния переходного процесса на систему управления и нет количественной оценки эффективности управления новой структурой.

Для повышения эффективности процесса управления социально-техническими системами необходимо располагать информацией о влиянии различных факторов на процесс принятия управленческих решений [1]. Такую информацию может дать контролируемый эксперимент. Организации, основной задачей которых является получение прибыли или рост капитализации, не могут быть объектами для проведения экспериментов. Наиболее эффективным инструментом для проведения экспериментов являются модели предприятия или модели процесса принятия решения [2]. Кроме того, количественную оценку эффективности управления холдингом (а также различными вариантами структур процессов, например, создание собственного подразделения без образования холдинга, передача процесса в аутсорсинг) можно было бы получить при моделировании процесса управления.

Вопросами моделирования процессов управления занимались такие ученые, как Бертуланфи Л., Бир С., Оптнер С., Саати С., Форрестер Д., из отечественных ученых следует назвать Алехновича С.О., Борщева А.В., Бром А.В., Горбунова А.Р., Красносельского А.В., Липатова А.А., Лычкину Н.Н., Орлова А.И, Сидоренко В.Н., Толуева Ю.И., Худякова Е.В.

Однако, в этих работах не рассмотрен процесс выработки управленческих решений под действием возмущающих воздействий внешней среды предприятия, или рассматривается только процесс принятия решения без влияния решения на основные производственные процессы предприятия [3-8].

Постановка задачи исследования.

Для исследования процесса управления основными производственными процессами в компании «Интегратор ИТ», основной деятельностью которой является выполнение проектных работ по разработке программного обеспечения, совместно с кафедрой «Экономика и организация производства» МГТУ имени Н.Э.Баумана была разработана модель управляющего контура. Модель позволяет проводить исследования процесса управления при различных организационных структурах.

Цель, поставленная при разработке модели управляющего контура, сформулирована следующим образом: разработать модель управления объектом регулирования, позволяющую проводить исследования различных звеньев регулирования, принципов регулирования, форм внешних воздействий. Модель позволяет проводить качественную и количественную оценку

параметров регулирования (задержка, усиление, частота, затраты) и их влияние на выход объекта регулирования.

Целью исследования, описанного в данной статье, является выявление закономерностей влияния звеньев регулирования при разных величинах задержки в принятии решения (время от момента принятия решения до воздействия на объект/субъект управления) и влияния перечисленных факторов на эффективность управления.

Практическая значимость работы – выработка рекомендация для построения эффективной информационной системы менеджмента.

Решение поставленной задачи.

Модель сочетает в себе три основополагающих принципа регулирования [9] – принцип разомкнутого управления, принцип управления по отклонению (принцип обратной связи) и принцип регулирования по возмущению (принцип компенсации). При описании модели приняты следующие обозначения: объект регулирования – ОР, регулирующее звено регулятора – Р, внешнее воздействие f_1 , внешнее управляющее воздействие u_1 , внутреннее управляющее воздействие u_2 .

Известные в технике три основополагающих принципа управления в менеджменте могут иметь следующую интерпретацию.

Разомкнутое управление означает, что менеджеры, управляющие основным процессом (процесс выработки управляющего воздействия происходит в Р, основной процесс реализуется в ОР) получают информацию о возмущающем воздействии только из внешней среды. Внешней средой, в данном случае, может быть вышестоящий в иерархии уровень управления. Внешнему возмущающему воздействию подвергается только Р. На основании информации о внешнем воздействии на Р, происходит процесс принятия решений и выработка управляющих воздействий, которые передаются на ОР. Разомкнутое управление часто используется, как канал для управления ОР. Для регулирования отклонений, возникающих в результате внешних возмущений, такой принцип не применяется.

Управление по возмущению означает, что менеджеры, управляющие основным процессом так же, как и при разомкнутом управлении, получают информацию о возмущающем воздействии только из внешней среды. В отличии от разомкнутого управления, внешнему возмущающему воздействию подвергается не только Р, но и ОР. На основании информации о внешнем воздействии на Р, происходит процесс принятия решений и выработка управляющих воздействий, которые передаются на ОР. Управление по возмущению требует создания на предприятии системы

предупреждения о внешних возмущениях и системы анализ внешних возмущений. Такие системы требуют высоких затрат (как постоянных, так и переменных) на свое функционирование.

Управление по отклонению означает, что менеджеры получают информацию только по результатам работы основного процесса и сравнивают эту информацию с плановыми значениями. Управление (выработка решений и управляющих воздействий) осуществляется по значению величины отклонения фактического и планового результата без учета внешних возмущающих воздействий непосредственно на Р. Внешним возмущающим воздействиям подвергается только ОР. Управление по отклонению не требует системы предупреждения о внешних воздействиях и работает только на основании анализа внутренней информации. Тем самым, управление по отклонению не требует высоких затрат (как постоянных, так и переменных).

Возможен вариант комбинированного управления [9]. Менеджеры получают информацию как о возмущающем воздействии из внешней среды, так и об отклонении фактического и планового результата основного процесса. Внешнему возмущающему воздействию подвергаются ОР и Р. Принятие решений и выработка управляющих воздействий являются результатом сравнения внешнего воздействия и полученного в результате этого воздействия отклонения. Затраты на создание и поддержание системы предупреждения о внешних возмущениях и системы анализ внешних возмущений добавляются к затратам (пусть и небольшим) по поддержанию системы отслеживания отклонений план-факт (для управления по отклонению).

Принцип (комплекс принципов) управления закладывается при проектировании и построении системы управления компанией.

Модель управляющего контура реализована в системе MATLAB R2006/2007с использованием пакета визуального блочного имитационного моделирования Simulink 7.

Адекватность модели проверена с использованием статистических данных по реализованным проектам компании «Интегратор ИТ».

При проведении исследования на модели использовалось только линейное (пропорциональное) звено, как наиболее часто встречающееся при построении систем управления в организациях. Линейное (пропорциональное звено) - звено, у которого выходная величина изменяется во времени по тому же закону, что и входная величина. В любой момент времени между входной величиной $X_{вх}$ и выходной величиной $X_{вых}$ сохраняется пропорциональная зависимость, определяемая статическим коэффициентом передачи (усиления) k . В менеджменте пропорциональное звено встречается наиболее часто. Выработка управленческих решений и воздействие на подчиненных пропорционально отклонению плановых и фактических показателей деятельности компании.

Линейное (пропорциональное) звено описывается уравнением

$$\Delta X_{\text{вых}} = k * \Delta X_{\text{вх}},$$

где: $\Delta X_{\text{вых}}$ – изменение величины выхода процесса;

k – коэффициент усиления;

$\Delta X_{\text{вх}}$ – изменение величины входа процесса.

Суммарное накопленное значение внешнего возмущения – интеграл текущего значения величины внешнего возмущения $h_{\text{возм}}$ по продолжительности внешнего возмущения ($T=t_2-t_1$)

$$\text{возмущение} = \int_{t_1}^{t_2} h_{\text{возм}} dt,$$

где: t_1 – время начала внешнего возмущения;

t_2 – время окончания внешнего возмущения;

$h_{\text{возм}}$ – текущая величина внешнего возмущения.

Время выполнения проектных работ может получаться различным из-за различного количества исполнителей в проекте. Для удобства учета различий во времени продолжительности проектных работ, в расчетах и в модели использовались относительные единицы времени – проценты. Начало проектных работ – 0%, окончания проектных работ – 100%.

Для оценки качества управления при различных звеньях регулирования, принципах регулирования и структурах управления было предложено использовать следующие показатели: интегральный показатель затрат на управление, интегральный показатель ошибки управления, коэффициент качества регулирования, коэффициент приведенных затрат и коэффициент эффективности регулирования.

Можно принять допущение, что затраты на регулирование пропорциональны трудоемкости регулирования. Трудоемкость регулирования – это значение величины регулирующего

(управляющего) воздействия. Интегральный показатель затрат на регулирование может быть рассчитан, как интеграл текущей трудоемкости регулирования (абсолютная величина) по относительному времени проекта

$$\text{затраты на регулирование} = \int_{t_1}^{t_2} T_{\text{рег}} dt$$

где: t_1 – время начала внешнего возмущения;

t_2 – время окончания внешнего возмущения;

$T_{\text{рег}}$ – текущая величина регулирующего воздействия.

При известной стоимости нормо-часа управления, интегральный показатель затрат на регулирование (единица измерения – чел*час) может быть пересчитан в абсолютное значение затрат на регулирование (единица измерения – рубли).

Качество регулирования можно оценить с помощью коэффициента качества регулирования

$$k_{\text{кач}} = \frac{\text{возмущение}}{\text{возмущение} + \text{ошибка регулирования}}.$$

Коэффициент качества регулирования показывает, какая часть возмущающего воздействия может быть уменьшена управляющим воздействием. Если $k_{\text{кач}}=1$, то внешнее возмущение отрегулировано полностью (ошибка регулирования равна 0). При $k_{\text{кач}}=0,5$, регулирования не происходит (ошибка регулирования равна возмущению). При $k_{\text{кач}}<0,5$ ошибка регулирования превышает внешнее возмущение. При $k_{\text{кач}}\rightarrow 0$ ошибка регулирования значительно превышает внешнее возмущение.

Интегральный показатель ошибки регулирования рассчитывается, как интеграл от разности планового $T_{\text{пл}}$ и фактического $T_{\text{факт}}$ значений величины показателя результата регулируемого процесса по относительному времени проекта

$$\text{ошибка регулирования} = \int_{t_1}^{t_2} (T_{\text{пл}} - T_{\text{факт}}) dt.$$

Эффективность регулирования может быть оценена с помощью коэффициента эффективности регулирования

$$\begin{cases} (k_{\text{кач}} - 0,5) \geq 0, k_{\text{эфф}} = \frac{(2 * k_{\text{кач}} - 1) * \text{возмущение}}{\text{затраты_на_регулирование}}. \\ (k_{\text{кач}} - 0,5) \leq 0, k_{\text{эфф}} = 0 \end{cases}$$

Коэффициент эффективности регулирования показывает, какая часть измененного в результате регулирования внешнего возмущения приходится на единицу затрат на регулирование. Если $k_{\text{эфф}}=0$, то регулирования не происходит (ошибка регулирования равна или превышает внешнее возмущение). При $k_{\text{эфф}}=1$ затраты на регулирование полностью соответствуют (равны) внешнему возмущению при ошибке регулирования, равной 0.

Графики зависимости коэффициента эффективности регулирования от времени задержки в процессе принятия решения при различных принципах регулирования приведены на рисунках 1-3. Точки на графиках рассчитаны по результатам моделирования. Моделирование проводилось при постоянной величине h внешнего воздействия, равной половине величины входного воздействия $x_{\text{вх}}$. Начало внешнего воздействия приходилось на 10% времени от начала проекта. Продолжительность внешнего воздействия l принималась равной 5, 20, 50, 90% времени продолжительности проекта. 90% продолжительности внешнего воздействия означало, что внешнее воздействие продолжается до окончания проекта. Коэффициент усиления линейного звена при моделировании принимался равным 1.

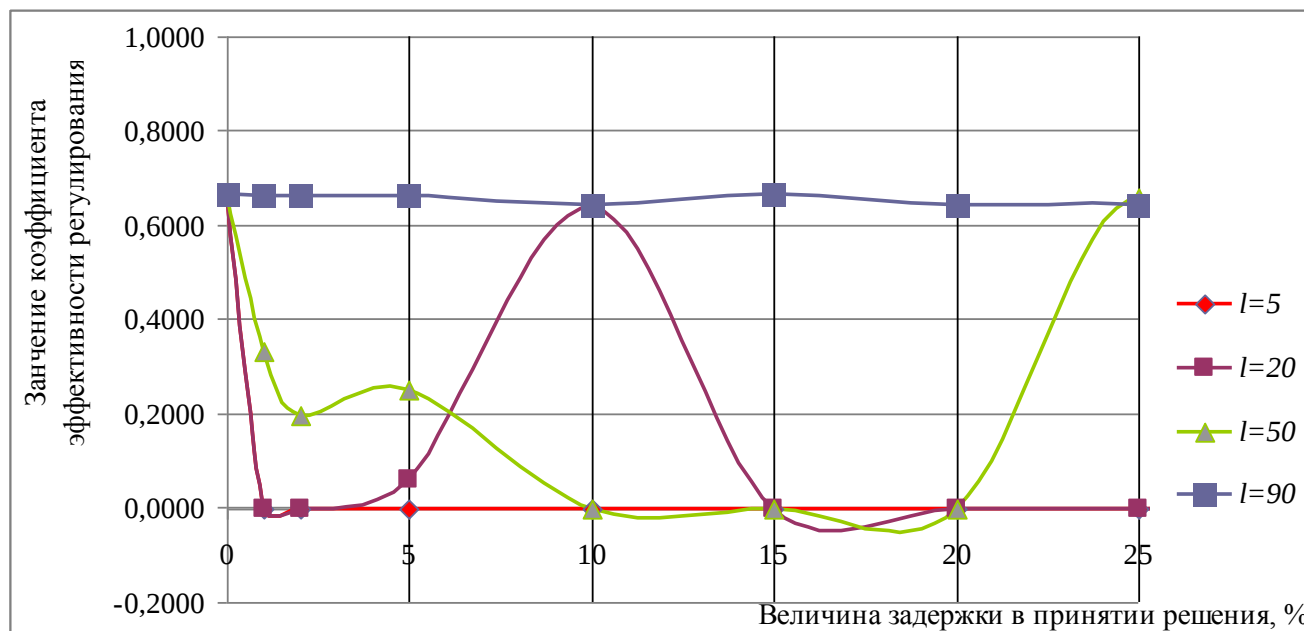


Рис. 1. Эффективность регулирования по отклонению при различной продолжительности внешнего воздействия $l=5\%$, $l=20\%$, $l=50\%$, $l=90\%$

Как видно из рисунка 1, при регулировании по отклонению эффективность регулирования не превышает 0,67. При продолжительности внешнего воздействия 90%, эффективность регулирования остается на одном уровне и не зависит от времени задержки в принятии решения. При сокращении времени внешнего воздействия до 50%, эффективность регулирования падает до 0,2-0,25 (задержка в принятии решения до 5%). При увеличении задержки в принятии решения до 10% эффективность регулирования падает до 0. Однако, в диапазоне от 20 до 25% в задержке принятия решения, эффективность регулирования возрастает до 0,67. Если продолжительность внешнего воздействия около 20%, то эффективность внешнего воздействия может достигать 0,67 при задержке в принятии решения около 10%. При меньшей (как и большей задержке) эффективность регулирования стремится к 0. Краткосрочные внешние возмущения (до 10%) регулировать не имеет смысла, так как эффективность такого регулирования равна 0. Необходимо заметить, что при мгновенной реакции на внешнее возмущение (задержка в принятии решения близка к 0) эффективность регулирования равна максимальному значению (в данном случае 0,67).

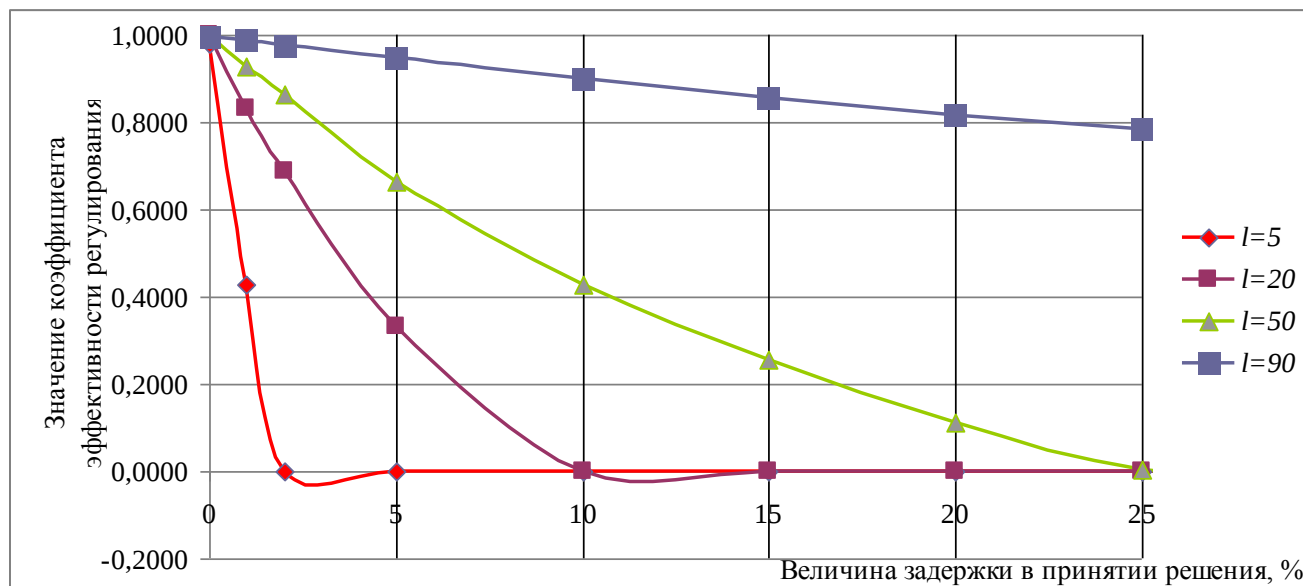


Рис. 2. Эффективность регулирования по возмущению при различной продолжительности внешнего воздействия $l=5\%$, $l=20\%$, $l=50\%$, $l=90\%$

При регулировании по возмущению (рисунок 2) эффективность регулирования при любой продолжительности внешнего воздействия падает от максимального значения (в данном случае равном 1) до 0 (при продолжительности внешнего воздействия до 50%) или до 0,78 (при продолжительности внешнего воздействия 90%). Короткие внешние воздействия возможно регулировать только при малой (до 1%) задержке в принятии решения. При увеличении времени внешнего воздействия предел возможности в регулировании возрастает. Так, при внешнем воздействии 20% регулирование возможно при задержке в принятии решения до 10%, при продолжительности внешнего воздействия в 50% регулирование возможно при задержке в принятии решения до 25%.

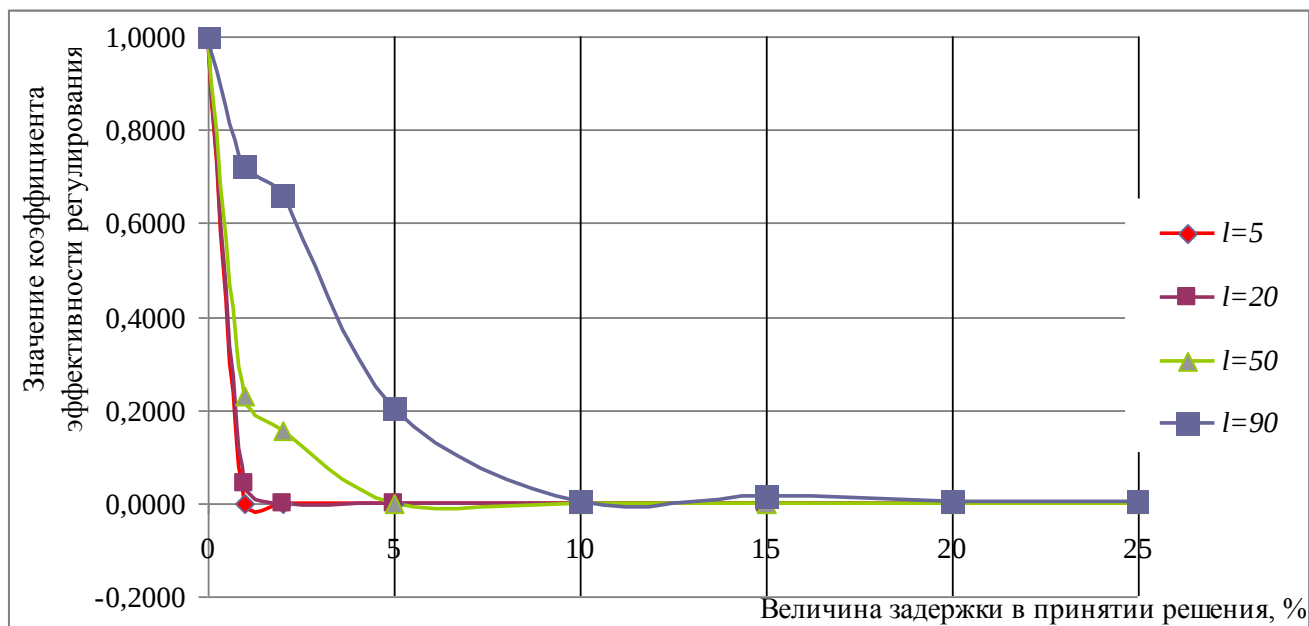


Рис. 3. Эффективность комбинированного регулирования при различной продолжительности внешнего воздействия $l=5\%$, $l=20\%$, $l=50\%$, $l=90\%$

При комбинированном регулировании необходима наиболее дорогостоящая информационная система для принятия решения. Однако, при комбинированном регулировании наиболее эффективно происходит снижение последствий внешнего воздействия. Так как коэффициент эффективности регулирования связывает затраты на регулирование и качество регулирования, то, как видно из рисунка 3, комбинированное регулирование возможно только при задержке в принятии решения, равной 0 при любой продолжительности внешнего воздействия. При внешнем воздействии в 50% регулирование возможно до продолжительности задержки в принятии решения в 5%, при внешнем воздействии в 90% регулирование возможно до продолжительности задержки в принятии решения в 10%.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые разработаны авторские показатели эффективности регулирования — коэффициент качества регулирования и коэффициент эффективности регулирования. При использовании коэффициента эффективности регулирования сделаны выводы о влиянии принципов регулирования и задержки в принятии решения на эффективность регулирования.

Практические результаты и выводы.

1) Для тактического регулирования внешних воздействий в менеджменте могут использоваться следующие принципы регулирования: регулирование по отклонению, регулирование по возмущению и комбинированное регулирование.

2) Информационная система для организации регулирования по отклонению является наименее затратной, однако эффективность регулирования по отклонению не превышает 0,67 для длительных внешних воздействий (порядка 90%).

3) Информационная система для организации регулирования по возмущению является наиболее затратной. При этом эффективность регулирования по возмущению может достигать 1 (при 0 задержке в принятии решения).

4) Краткосрочные внешние возмущения (5%) возможно регулировать только по возмущению и задержке в принятии решения, не превышающей 2%.

5) Внешние возмущения продолжительностью до 20% можно регулировать по возмущению при задержке в принятии решения до 7%. При задержке в принятии решения от 7 до 15% рекомендуется использовать регулирование по отклонению.

6) Внешние возмущения продолжительностью 50% рекомендуется регулировать по возмущению при задержке в принятии решения до 20%. При задержке в принятии решения свыше 20% (до 25%) рекомендуется регулирование по отклонению.

7) Комбинированное регулирование, несмотря на высокое качество, неэффективно (из-за высоких затрат на регулирование).

Список литературы

1. Павленков М.Н. Направление совершенствования управления промышленным предприятием // Конверсия в машиностроении. 2006. № 6. С. 72-74.
2. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. Л.: Наука, 2008. 190 с.
3. Григорук П.М. Теоретические основы моделирования процессов принятия маркетинговых решений // Современные технологии управления. 2012. № 12 (24). Режим доступа: <http://sovman.ru/all-numbers/archive-2012/december2012/item/134-theoretical-bases-of-modeling-decision-marketing-solutions.html> (дата обращения 01.02.2014).
4. Антонян Л.В. Экономико-математическое моделирование в управлении производством // Портал "Управление производством". 23 августа 2013. Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/production_management/optimization/modelirovanie.html (дата обращения 01.02.2014).
5. Луговой Р.А., Солодухин К.С., Мазелис Л.С. Концептуальная модель международного научно-образовательного консалтингового центра // Проблемы современной экономики. 2008. № 4. С. 467-470.
6. Зубова Т.Н., Мельников Б.Ф. Использование сетей Петри для моделирования процесса принятия управленческих решений // Вектор науки ТГУ. 2011. № 3 (17). С. 33-37. Режим доступа: http://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site1238/html/media67250/06Zubova.pdf (дата обращения 01.02.2014).

7. Северенкова Л.П. Моделирование систем корпоративного управления // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2008. № 34 (74): Аспирантские тетради. Ч. 1 (Общественные и гуманитарные науки). С. 439-444. Режим доступа: http://lib.herzen.spb.ru/text/severenkova_34_74_1_439_444.pdf (дата обращения 01.02.2014).
8. Кушнер М.А. Модель минимизации сроков выполнения проекта в рамках сетевых технологий при фиксированном бюджете // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Экономика. 2010. № 2. С. 124-129. Режим доступа: http://vestnik.astu.org/content/userimages/file/economic_2_2010/16.pdf (дата обращения 01.02.2014).
9. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления: Автоматическое регулирование непрерывных линейных систем. М.: Энергия, 1980. 312 с.

The results of research on the effectiveness of line management

03, March 2014

DOI: **10.7463/0314.0702774**

I.I. Lapushkin, E.B. Mazurin

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, Russian Federation

ilapushkin@gmail.com

mazurin@controlling.ru

The article proves the relevance of research concerning the management system effectiveness in the project company. It shows that the emergence of independent commercial enterprises in the electrical power sector led both to deterioration of continuous processes controllability and to serious failures in functioning of infrastructure processes (repairs, invoice, and receipt of monetary funds). But, at the same time, a number of processes showed an increase of operation efficiency due to decrease in expenses when functioning.

Coordination of activities between holding and company showed that process to come up with the weighty arguments in favor of one or other management decisions was the most complicated.

The objective of the article is worded as follows: to reveal the regularities for the management efficiency to depend both on the echelons of regulation to make a decision at various times of delay (time from the decision-making moment before impact on object/subject of management) and on the abovementioned factors.

The research was carried out using the model of the control loop. When conducting research, the model used only line (proportional) link, as the most often encountered in the development of management systems in organizations. Line (proportional) link is the link with the output value changing with time according to the same law, as the input value. In management the proportional link means that managerial decisions and the impact on employees is proportional to the rejection of planned and actual performances of company activities.

To assess the quality of management at different stages of the regulation, principles of regulation and management structures the article suggests to use the indicators of management costs, the integrated indicator of management error, the coefficient of regulation quality, the ratio of discounted costs, and the

efficiency of regulation. It also proposes to use the efficiency factor of regulation to show which part of amended, as a result of regulation, external disturbance corresponds to one unit of costs for regulation.

The dependences of the efficiency coefficient of regulation on the time delays in the process of decision-making at various regulatory principles are illustrated.

The conclusions are based on results of research.

Publications with keywords: [model](#), [efficiency](#), [control system](#)

Publications with words: [model](#), [efficiency](#), [control system](#)

References

1. Pavlenkov M.N. [Trends in the industrial enterprise management improvement]. *Konversiya v mashinostroenii*, 2006, no. 6, pp. 72-74. (in Russian).
2. Neuymin Ya.G. *Modeli v nauke i tekhnike. Istoriya, teoriya, praktika* [Models in science and engineering. History, theory, practice]. Leningrad, Nauka, 2008. 190 p. (in Russian).
3. Grigoruk P.M. [Theoretical bases of modeling decision-marketing solutions]. *Sovremennyye tekhnologii upravleniya - Modern control technology*, 2012, no. 12 (24). Available at: <http://sovman.ru/all-numbers/archive-2012/december2012/item/134-theoretical-bases-of-modeling-decision-marketing-solutions.html> , accessed 01.02.2014. (in Russian).
4. Antonyan L.V. *Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie v upravlenii proizvodstvom* [Economic and mathematical modeling in production management]. Upravlenie proizvodstvom [Production management]: website, 23 August 2013. Available at: http://www.up-pro.ru/library/production_management/optimization/modelirovanie.html , accessed 01.02.2014. (in Russian).
5. Lugovoi R.A., Solodukhin K.S., Mazelis L.S. [Conceptual model of the International research and education center]. *Problemy sovremennoy ekonomiki – Problems of modern economics*, 2008, no. 4, pp. 467-470. (in Russian).
6. Zubova T.N., Mel'nikov B.F. [Application of petri nets in modeling managerial decision-making processes]. *Vektor nauki TGU*, 2011, no. 3 (17), pp. 33-37. Available at: http://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site1238/html/media67250/06Zubova.pdf , accessed 01.02.2014. (in Russian).
7. Severenkova L.P. [Modelling of corporate management systems]. *Izvestiya RGPU im. A.I. Gertsena. No. 34 (74): Aspirantskie tetradi. Ch. 1 (Obshchestvennye i humanitarnye nauki)*, 2008, pp. 439-444. Available at: http://lib.herzen.spb.ru/text/severenkova_34_74_1_439_444.pdf , accessed 01.02.2014. (in Russian).

8. Kushner M.A. [binimization model of project due dates in the form of network technologies and a fixed budget]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Ekonomika - Vestnik ASTU. Series: Economics*, 2010, no. 2, pp. 124-129. Available at: http://vestnik.astu.org/content/userimages/file/economic_2_2010/16.pdf , accessed 01.02.2014. (in Russian).
9. Voronov A.A. *Osnovy teorii avtomaticheskogo upravleniya: Avtomaticheskoe regulirovanie nepreryvnykh lineynykh sistem* [Bases of theory of automatic control: Automatic control of continuous linear systems]. Moscow, Energiya, 1980. 312 p. (in Russian).