

УДК 004.942

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

О. Н. Ромашкова, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики ГАОУ ВО МГПУ; ox-rom@yandex.ru

Т. Н. Ермакова, аспирант ГАОУ ВО МГПУ, ermaktat@bk.ru

Рассматривается задача повышения эффективности управления потоками документов между структурными подразделениями образовательного комплекса и внешними организациями. Целью работы является нахождение основных показателей для оценки движения информационных потоков документов в образовательных системах. Выделены управленческие информационные процессы в образовательном комплексе, в который объединены школы и дошкольные образовательные организации. Рассмотрены формулы определения потока входящих документов, потока исходящих (обработанных) документов, объема необработанных документов, скорости обработки документов.

В результате была построена модель распределения обработки данных между структурными подразделениями образовательного комплекса. С помощью данной модели становится возможным оценить уровень эффективности работы с документацией в различных образовательных системах.

Ключевые слова: образовательный комплекс, структурное подразделение, информационная модель управленческих процессов, информационный поток, объем документов, входящие документы, создание, обработка и передача документов, скорость обработки документов.

DOI: 10.21667/1995-4565-2016-57-3-82-87

Введение

Рассматривается решение задачи повышения эффективности управления потоками документов между структурными подразделениями образовательного комплекса (ОК) и внешними организациями. Информационные системы, примером которой может быть ОК, как сетевые структуры в информационном пространстве состоят из отдельных элементов (в данном случае процессов), образующих в динамике своей эволюции (появление, развитие, модификация, уничтожение) информационные потоки. Для исследования современных информационных потоков в информационных образовательных системах, т.е. потоков документов, которыми обмениваются между собой работники любой образовательной организации, должен применяться принципиально новый инструментарий [1].

В связи с этим возникла необходимость в модели, позволяющей повысить эффективность процесса обработки документации в различных образовательных системах.

Разработка модели

В ОК могут быть объединены дошкольные образовательные организации, школы, организации среднего и высшего профессионального об-

разования и организации дополнительного образования.

В среде программного продукта СА ERwin Process Modeler в нотации IDEF0 разработана информационная модель управленческих процессов ОК.

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма информационной модели управленческих процессов ОК, которая на следующих уровнях декомпозируется. На рисунке 2 представлена диаграмма первого уровня декомпозиции информационных управленческих процессов ОК, в результате разработки которой выделены следующие информационные процессы управления:

- 1) организовать учебно-методическую работу в ОК;
- 2) организовать учебный процесс ОК;
- 3) организовать воспитательный процесс ОК;
- 4) организовать работу по развитию информатизации ОК;
- 5) организовать хозяйственную деятельность ОК;
- 6) осуществлять финансовую деятельность в ОК.

Диаграммы модели управленческих процес-

сов могут быть использованы для анализа уже существующих информационных систем, процессов и потоков ОК с целью их совершенствования и повышения эффективности деятельности различных образовательных систем [2 - 6].

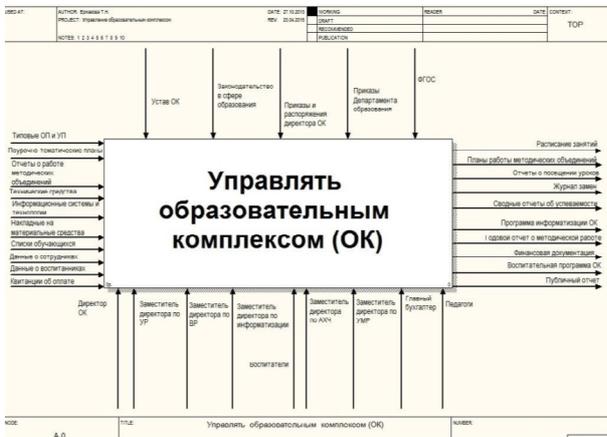


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма информационного процесса «Управлять образовательным комплексом (ОК)»

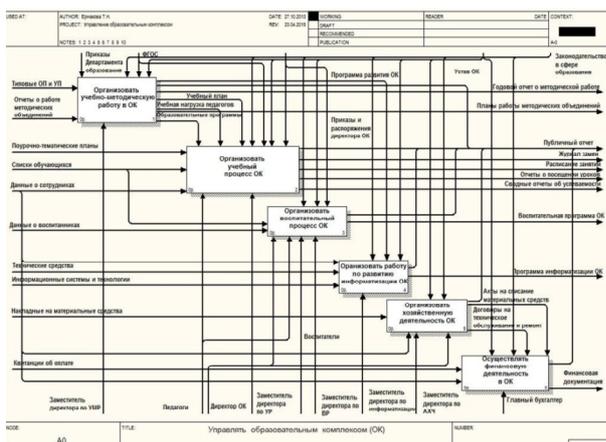


Рисунок 2 – Дочерняя диаграмма декомпозиции информационного процесса «Управлять образовательным комплексом (ОК)»

Любой ОК состоит из n структурных подразделений различных ступеней образования. В каждом из подразделений $s = \overline{1, n}$ выделим 2 вида информационных потоков:

- 1) $b_s(t)$ – входящие документы, поступающие в структурное подразделение s за определенный временной промежуток t ;
- 2) $v_{is}(t)$ – документы, обработанные для передачи из подразделения i ОК в подразделение s этого же ОК за определенный временной промежуток t , ($i = \overline{1, n}$; $i \neq s$).

На входящий поток документов влияют части потока, характеризующие тренд, сезонность и цикличность, и случайно происходящие изменения, имеющие математическое ожидание M , равное нулю, и дисперсию D , неизменяющуюся с течением времени.

Для расчета $b_s(t)$, т.е. объема входящих документов (в байтах, килобайтах, мегабайтах и других единицах измерения), предназначенных для обработки в подразделении s за определенный временной промежуток t , введем следующие переменные:

- $r_s(t)$ – часть потока, характеризующая его тренд;
- $z_s(t)$ – часть потока, характеризующая его сезонность;
- $k_s(t)$ – часть потока, характеризующая его цикличность;
- ε_s – часть потока, характеризующая случайности в нем, при этом $M[\varepsilon_s] = 0$; $D[\varepsilon_s] = const$.

В таком случае $b_s(t)$ может быть представлена их суммой.

$$b_s(t) = r_s(t) + z_s(t) + k_s(t) + \varepsilon_s. \quad (1)$$

Объем потока документов, поступающих от структурного подразделения ОК i для последующей обработки и передачи в подразделение ОК s , это показатель, формирующийся внутри рассматриваемой образовательной системы (комплекса). Этот показатель зависит от суммарного объема документов, переданного на обработку в структурное подразделение i ОК, его кадровой обеспеченности и материально-технической оснащенности.

Процесс обработки документов в структурном подразделении s , преобразующем входящие документы $V_{вх}^s$ (суммарный объем входящих документов в подразделение s) в документы для дальнейшей передачи $V_{вых}^s$ можно представить формулой

$$V_{вых}^s = \varphi_s(V_{вх}^s). \quad (2)$$

Если скорость обработки за определенный временной промежуток t всего поступившего в структурное подразделение s объема документов недостаточна, то будет справедливо такое неравенство, при котором фактический объем документов для передачи другим структурным подразделениям и внешним организациям за определенный временной промежуток t $V_{вых}^s(t)$ таковой, как можно увидеть в неравенстве

$$V_{вых}^s(t) \leq \varphi_s(V_{вх}^s(t)). \quad (3)$$

С учетом фактора времени равенство (2) принимает вид, представленный формулой

$$V_{вых}^s(t) = \varphi_s(V_{вх}^s(t)) = \int_t^{\infty} V_{вх}^s(\tau) d\tau. \quad (4)$$

Равенство (4) обеспечивает получение всего требуемого выхода документов за конкретный временной промежуток, но лишь тогда, когда структурное подразделение имеет определенные ресурсы, которые необходимы для вычисления во время зависящего от количества вычислительных ресурсов временного промежутка от поступления «части» входящих документов.

Введем обозначение для следующих переменных:

- $W_s(t)$ – объем входящих документов, предназначенный для обработки структурным подразделением за определенный временной промежуток t ;

- $V_s(t)$ – суммарный объем документов, принятых из других структурных подразделений ОК или внешних организаций для обработки в структурное подразделение s ОК, но в полном объеме к определенному временному промежутку t не обработанный.

При том, что промежуток Δt достаточно маленький, приращение еще не обработанных за Δt документов определяется по формуле

$$V_s(t + \Delta t) - V_s(t) = (V_{\text{ex}}^s(t) - W_s(t))\Delta t + O(\Delta t^2). \quad (5)$$

Поделим выражение (5) на Δt при условии, что $\Delta t \rightarrow 0$, и в результате получим следующее уравнение

$$\frac{dV_s(t)}{dt} = V_s(t) = V_{\text{ex}}^s(t) - W_s(t). \quad (6)$$

С помощью представленного выше уравнения (6) с учетом динамики определяется объем еще не обработанных в структурном подразделении s документов.

Так как поток входящих документов состоит из документов, поступающих в ОК из внешних организаций и из других структурных подразделений ОК, объем входящих документов за определенный промежуток времени t определяется по формуле

$$V_{\text{ex}}^s(t) = b_s(t) + \sum_{i=1}^n v_{is}(t), \quad (7)$$

где $v_{is}(t)$ – количество документов, поступивших в структурное подразделение s из других $(n - 1)$ структурных подразделений.

Объем документов (исходящих документов)

$V_{\text{вых}}^s(t)$, являющийся продуктом деятельности структурного подразделения s , зависит от объема переработанных документов $W_s(t)$ и определяется по формуле

$$V_{\text{вых}}^s(t) = \varphi_s(W_s(t)). \quad (8)$$

Введем обозначение для функций, характеризующих объем документов, передаваемых от структурного подразделения s структурному подразделению $j = \overline{1, n} - \Psi_{sj}(V_{\text{вых}}^s)$.

Поскольку документы $V_{\text{вых}}^s(t)$, созданные в структурном подразделении s , распределяются между $(n - 1)$ структурными подразделениями ОК согласно функциям $\Psi_{sj}(V_{\text{вых}}^s)$, то $v_{sj}(t)$ определяется по формуле

$$v_{sj}(t) = \Psi_{sj}(t, \varphi_s(W_s(t))) \quad j = \overline{1, n}. \quad (9)$$

На основании формул (6 – 9) определим состав модели распределения обработки документов между структурными подразделениями ОК

$$V_s(t) = b_s(t) + \sum_{i=1}^n v_{is}(t) - W_s(t), \quad s = \overline{1, n}. \quad (10)$$

где $b_s(t)$ должен быть определен по формуле (1).

$$V_s(t_0) = V_s^{(0)}, \quad s = \overline{1, n}. \quad (11)$$

$$v_{sj}(t) = \Psi_{sj}(t, \varphi_s(W_s(t))) \quad s, j = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Функции $\Psi_{sj}(V_{\text{вых}}(t))$ определяются организационной структурой и направлением деятельности структурных подразделений ОК, а с помощью функции $\varphi_s(W_s(t))$ определяется суммарный объем созданных документов в зависимости от количества обработанных входящих документов.

Для того чтобы определить внутренние $n^2 + 2n$ переменные функции модели

$V_s(t)$ – объем необработанных в структурном подразделении s за определенный промежуток времени документов;

$v_{sj}(t)$ – суммарный объем документов, переданных из одного структурного подразделения ОК в другое структурное подразделение ОК;

$W_s(t)$ – объем документов, обработанный в структурном подразделении s за определенный промежуток времени, необходимо получить n дифференциальных уравнений (10) и n^2 обычных уравнений (12).

Так как система уравнений (10 – 12) не определена, перед нами встает вопрос повышения эффективности управленческих процессов в организации.

Для решения этой задачи необходимо ввести следующие переменные:

$\overline{W}_s(t)$ – предельная эффективность работы структурного подразделения s ОК во временной

промежутков t , соответствующая полной вовлеченности в работу штата и материально-технических ресурсов конкретного структурного подразделения ОК;

$\overline{W}_s(t_0) = \overline{W}_s^{(0)}$ – предельная эффективность работы структурного подразделения ОК за начальный временной промежуток;

$X_s(W_s)$ – функция, определяющая размеры затрат различных ресурсов на сохранение эффективности работы структурного подразделения s по обработке W единиц документов за определенный временной промежуток. В затраты в данном случае входят выплата заработной платы сотрудникам структурного подразделения ОК и средства, затрачиваемые на техническое обслуживание аппаратных средств и закупку нового программного обеспечения;

$J_s(t)$ – приращение максимума эффективности работы структурного подразделения за определенный временной промежуток t . Отрицательное значение приращения означает вывод из эксплуатации различных материальных и аппаратных ресурсов, сокращение, увольнение и временная нетрудоспособность сотрудников.

$$J_s(t) = \overline{W}_s(t). \quad (13)$$

$L_s(J_s)$ – функция, с помощью которой определяют, как зависят дополнительные вложения денежных средств от изменения эффективности работы структурного подразделения s ОК на J_s единиц.

Решение задачи о рациональной организации наращивания эффективности работы структурных подразделений ОК по передаче документов, при условии обеспечения минимальных совокупных затрат, сводится к следующему:

$$\int_{t_0}^T \sum_{s=1}^n \{X_s(W_s(t)) + L_s(J_s(t))\} dt \rightarrow \min. \quad (14)$$

$$V_s(t) = b_s(t) + \sum_{i=1}^n v_{is}(t) - W_s(t), \quad s = \overline{1, n}. \quad (15)$$

$$V_s(t_0) = V_s^{(0)}, \quad s = \overline{1, n}. \quad (16)$$

$$v_{sj}(t) = \Psi_{sj}(\varphi_s(W_s(t))) \quad s = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (17)$$

$$0 \leq W_s(t) \leq \overline{W}_s(t), \quad s = \overline{1, n}. \quad (18)$$

$$\overline{W}_s(t) = J_s(t), \quad s = \overline{1, n}. \quad (19)$$

$$\overline{W}_s(t) = \overline{W}_s^{(0)}, \quad s = \overline{1, n}. \quad (20)$$

$$0 \leq V_s(t) \leq \overline{V}_s(t), \quad s = \overline{1, n}. \quad (21)$$

T – горизонт планирования, а $\overline{V}_s(t)$ – ограничение на количество необработанных документов в структурном подразделении s . Введе-

ние ограничений, представленных формулой (21), вызвано необходимостью обеспечения выполнения формального требования наличия неотрицательного количества необработанных документов, потому что обработка документов до их получения из внешних организаций или других структурных подразделений не представляется возможной. Ограничение сверху на $V_s(t)$ требует завершения обработки документов на всех этапах ее преобразования.

Данные для расчетов предполагается получать на основании обработки статистических данных – данных различных образовательных комплексов. Сейчас модель находится на этапе сбора, систематизации и стандартизации статистических данных.

Рассмотренная модель полностью отражает распределение процессов обработки документов по структурным подразделениям ОК, потому что условиями (18) заданы ограничения на уровень эффективности работы каждого структурного подразделения, что предполагает возможность перераспределения материально-технических средств между ними. При условии централизованной обработки документов условия (18) заменяются на неравенство

$$\sum_{s=1}^n W_s(t) \leq \overline{W}(t), \quad (22)$$

где $\overline{W}(t)$ – производительность труда администрации ОК, занимающейся созданием и обработкой документов (объем документов, который может обработать администрация ОК при условии максимального использования средств электро-вычислительной техники).

Взамен системы функций $\overline{W}_s(t)$, $J_s(t)$ рассматривается пара функций $\overline{W}(t)$ и $J(t)$, где $J(t)$ – приращение производительности труда администрации ОК по обработке документов за определенный временной промежуток t . В этом случае условия (19) и (20) должны быть заменены на условия

$$\overline{W}(t) = J(t), \quad (23)$$

$$\overline{W}(t_0) = \overline{W}^{(0)}. \quad (24)$$

После этого необходимо заново определить функции $X_s(\overline{W})$ и $L_s(J)$.

Функционал (14) позволяет оценить основные переменные величины по критерию минимизации совокупных затрат. В связи с этим перед нами может стоять уже другая проблема, а в качестве критерия повышения эффективности обработки документов будет выбран критерий минимизации времени, необходимого для обра-

ботки и передачи документов различных структурных подразделений ОК.

Для этого введем множество S' структурных подразделений ОК, передающих обработанные документы в другие структурные подразделения и внешние организации. В таком случае, если множество $S'' \subseteq S'$ структурных подразделений, которые обеспечат наиболее эффективную работу по обработке и передаче документов, функционал определяется по формуле

$$\int_{t_0}^T \sum_{S \in S''} V_s(t) dt \rightarrow \min. \quad (25)$$

Ограничения, представленные в формуле (21), заменяются на

$$\sum_{s=1}^n X_s(\bar{W}_s(t)) \leq f(t), \quad (26)$$

$$\sum_{s=1}^n L_s(J_s(t)) \leq h(t), \quad (27)$$

где

$f(t)$ – ограничение на объем текущих затрат ОК за временной промежуток t ;

$h(t)$ – ограничение на объем капитальных затрат ОК.

С помощью функционала (25) можно минимизировать объем необработанных документов в тех структурных подразделениях ОК, которым необходимо наиболее эффективно и быстро решать поставленные перед ними задачи.

Заключение

На основе анализа деятельности ОК можно выделить следующие процессы обмена информацией:

- 1) учебно-методическая работа;
- 2) учебный процесс;
- 3) воспитательный процесс;
- 4) работа по развитию информатизации;
- 5) административно-хозяйственная деятельность;
- 6) кадровая деятельность;
- 7) финансовая деятельность.

На каждом этапе деятельности идет процесс создания, обработки и передачи документов.

В статье предложена модель распределения обработки данных между структурными подраз-

делениями ОК, которая позволяет оценить эффективность обработки документов в каждом из процессов обмена информацией.

Модель может быть полезна для руководителей и заместителей руководителей образовательных организаций при делегировании полномочий подчиненным и позволит оптимизировать работу сотрудников со стандартными формами отчетности.

Разработанная математическая модель внедрена и используется сотрудниками в МОУ СОШ № 11 города Люберцы Московской области.

Библиографический список

1. Додонов А. Г., Ландэ Д. В. Живучесть информационных систем. – К.: Наук. думка, 2011. – 256 с.
2. Ермакова Т. Н. Управленческая информационная система для образовательного комплекса // Гагаринские чтения. XXXX международная молодежная научная конференция. Научные труды 2014. – М., 2014. – Том 4. – С. 121-122.
3. Ермакова Т. Н. Информационные технологии в управлении образовательным комплексом // Дидактика XXI века: инновационные аспекты использования ИКТ в образовании: материалы международной научно-практической заочной конференции 19 мая 2014 года / [редкол.: О. Ф. Брыксина (отв. ред.), Е. Н. Тараканова, М. А. Воронина] – Ч.1. – Самара: ПГСГА, 2014. – С. 147-151.
4. Ромашкова О. Н., Ермакова Т. Н. Моделирование информационных процессов управления образовательным комплексом // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 2. С. 122-129.
5. Ермакова Т. Н. Образовательные комплексы как результат реструктуризации образовательных учреждений // Савелов А.Р., Лайко М.Ю. С12 Сборник тезисов, 2014. – М.: Московский студенческий центр. – 1177 с. – С. 874.
6. Ермакова Т. Н. Управленческая информационная система для образовательного комплекса // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XIV Международной научно-методической конференции, Воронеж, 6–8 февраля 2014 г.: в 4 т. / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. – Т. 4: V Школа-конференция «Информатика в образовании». – С. 165-168.

UDC 004.942

INCREASE OF INFORMATION FLOW CONTROL EFFICIENCY IN EDUCATIONAL COMPLEX

O. N. Romashkova, PhD (technical sciences), full professor, Head of the Department, MCU, Moscow; ox-rom@yandex.ru

T. N. Ermakova, post-graduate student, MCU, Moscow, ermaktat@bk.ru

The task of increasing effective document flow management between structural divisions of an educational complex and external organizations is considered. The purpose of the article is to find the main indicators for the assessment of the movement of document management workflow in educational systems. Management information processes are distinguished in an educational complex in which schools and preschool educational organizations are united. The formulas of the definition of incoming documents flow, proceeding (processed) documents flow, raw documents volume, speed processing of documents are considered. The model of distributed data processing between structural divisions of an educational complex has been constructed as a result. By means of this model it becomes possible to estimate efficiency level of working with documentation in various educational systems.

Key words: *educational complex, structural division, information model of administrative processes, information flow, volume of documents, incoming documents, creation, processing and transfer of documents, speed of document processing.*

DOI: 10.21667/1995-4565-2016-57-3-82-87

References

1. **Dodonov A. G., Lande D. V.** Zhivuchest informacionnyh sistem. - K.: Nauk. dumka, 2011, 256 p. (in Russian).

2. **Ermakova T. N.** Upravlencheskaya informacionnaya sistema dlya obrazovatel'nogo kompleksa// Gagarinskie chteniya. XXXX mezhdunarodnaya molodezhnaya nauchnaya konferenciya nauchnye trudy 2014. – M., 2014. – Tom 4 – pp. 121-122 (in Russian).

3. **Ermakova T. N.** Informacionnye tekhnologii v upravlenii obrazovatel'nym kompleksom// Didaktika XXI veka: innovacionnye aspekty ispolzovaniya IKT v obrazovanii: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy zaochnoj konferencii 19 maya 2014 goda/[redkol.: O.F. Bryksina (otv. red.), E.N. Tarakanova, M.A. Voronina] – Ch. 1. – Samara: PGSGA, 2014. – pp. 147-151 (in Russian).

4. **Romashkova O. N. Ermakova T. N.** Modelirovanie informacionnyh processov upravleniya obrazovatel'nym kompleksom// Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Informatizaciya obrazovaniya. 2014. no. 2. pp. 122-129 (in Russian).

5. **Ermakova T. N.** Obrazovatelnye komplekсы kak rezultat restrukturalizacii obrazovatel'nyh uchrezhdenij // Savelov A. R., Lajko M. Yu. S12 Sbornik tezisov, 2014. – M.: Moskovskij studencheskij centr.– 1177 p. – pp. 874 (in Russian).

6. **Ermakova T. N.** Upravlencheskaya informacionnaya sistema dlya obrazovatel'nogo kompleksa// Informatika: problem, metodologiya, tekhnologii: materialy XIV mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii, Voronezh, 6-8 fevralya 2014 g.: v 4 t./ Voronezhskij gosudarstvennyj universitet. –Voronezh: Izdatelskij dom VGU, 2014. – T.4: V shkola- konferenciya “Informatika v obrazovanii”. – pp. 165-168 (in Russian).