

ВНЕДРЕНИЕ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В РАЗРАБОТКУ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

О.А. Жданович¹, заместитель директора, А.В. Костров², профессор,
С.В. Разливинская^{3,*}, доцент, А.А. Тимофеев², аспирант

¹Государственный научно-исследовательский институт химических реактивов
и особо чистых химических веществ (ФГУП «ИРЕА»), Москва, 107076 Россия

²кафедра Информационных систем и информационного менеджмента,
Владимирский государственный университет, Владимир, 600000 Россия

³кафедра Информационных технологий МИТХТ им. М.В. Ломоносова, Москва, 119571 Россия

*Автор для переписки, e-mail: sveta@mitht.ru

Рассматриваются условия внедрения модельно-ориентированного подхода (MDD) в разработку программного обеспечения в ходе реализации проектов, вопросы комплексного управления процессом внедрения и требования к системе управления, предлагаются алгоритмы и определяются основные документы проектного менеджмента, формируется подсистема управления внедрением MDD-подхода.

Ключевые слова: управление, модельно-ориентированный подход, разработка, программное обеспечение, процесс внедрения.

Введение

Эффективность менеджмента практически во всех сферах деятельности в значительной степени определяется уровнем развития, или зрелости, *информационного менеджмента* (ИМ) [1, 2], и *информационных технологий* (ИТ) [3]. Совершенствование ИМ и ИТ включает в качестве одной из основных составляющих проектов развития разработку *программного обеспечения* (ПО); при реализации проектов развития ПО все более широко распространяется *модельно-ориентированный (model-driven development, MDD, англ.) подход* [4–6]. Однако при этом серьезным препятствием на пути его практического использования в проектах, выполнение которых уже начато, является сложность внедрения [7]. В самом деле, переход от традиционного процесса разработки к MDD-подходу в условиях непрерывающейся работы над проектом программного продукта связан с кардинальными изменениями в организации процесса разработки и требует методического обеспечения. Эффективный проектный менеджмент является в этом случае неременным условием успешного внедрения MDD-подхода.

Известные компании – *Itemis, Mendix, Novulo, Verum, Thinkwise* и др. – заявили об успешном применении ими MDD-подхода в разработке реальных программных систем корпоративного уровня. Однако в названных примерах речь идет о создании новых программных продуктов. Иллюстраций внедрения MDD-подхода в уже начатый процесс разработки ПО недостаточно. В связи с этим существует настоятельная необходимость разработки соответствующего методического обеспечения [8]. Основная сложность при этом – согласование методики внедрения MDD-подхода и принятой организа-

ции процесса разработки с принципами управления процессом, что в указанных примерах отсутствует. Особую остроту эта сложность приобретает в условиях разработки ПО малыми программными компаниями, поскольку именно в малых компаниях чаще всего бывает необходимо усовершенствовать имеющееся ПО, что приводит к выполнению соответствующих проектов [1].

В [6] приводится развернутое описание методики внедрения MDD, она включает следующие этапы: подготовка MDD-процесса, оценка сложности процесса внедрения, MDD-разработка, анализ результатов MDD-разработки, уточнение MDD-процесса, однако в [6] не рассматриваются особенности проектного менеджмента. В настоящей работе указанная методика расширяется в части менеджмента [9] и используемых алгоритмов; на этом основании формируется подсистема управления процессом внедрения MDD-подхода.

Требования к подсистеме управления внедрением

Для эффективной организации процесса внедрения MDD-подхода необходимо управление на каждой его стадии. Ключевыми характеристиками операций процесса внедрения, по которым необходимо осуществлять управление, являются:

- 1) временные затраты на выполнение операции (C^T);
- 2) затраты ресурсов (C^R);
- 3) качество выполнения операции (Q^O).

На каждом этапе процесса внедрения менеджментом должны решаться следующие задачи управления:

- 1) определение сроков выполнения операции;
- определение объемов необходимых ресурсов;

- 3) определение требуемых характеристик ресурсов;
- 4) планирование потребления объемов ресурсов на протяжении операции;
- 5) управление качеством выполнения (или результата) операции.

Таким образом, подсистема управления процессом внедрения *MDD*-подхода в начатый процесс разработки ПО должна отвечать следующим требованиям:

- 1) обеспечение стратегического и оперативного планирования, в том числе планирования необходимых объемов ресурсов;
- 2) организация оперативного мониторинга процесса внедрения: контроль объемов ресурсов, соответствие плану внедрения;
- 3) возможность оперативной оценки основных показателей процесса внедрения;
- 4) подготовка внутренней и отчетной документации;
- 5) наличие программно-методических средств поддержки менеджмента процесса внедрения.

Особенности управления процессом внедрения

В качестве основы анализа процесса внедрения *MDD*-подхода как объекта управления построена его функциональная модель на обеспечивает исследование структуры и механизмов внедрения *MDD*-подхода в процесс разработки программной системы, выявление требований, в первую очередь, к необходимым средствам и ресурсам для каждой выделенной операции, а также оценку возможных направлений и механизмов управления процессом внедрения. Фрагмент модели процесса

внедрения *MDD*-подхода в нотации *IDEF0* представлен на рис. 1.

Особенности управления на каждом из этапов процесса внедрения рассматриваются в соответствии с методикой [8].

Управление на этапе «Подготовка *MDD*-процесса»

На данном этапе необходим предварительный анализ целевого процесса разработки. При этом в дополнение к методике внедрения, изложенной в [7], необходимо определить комплексную оценку группы разработчиков, принятой инфраструктуры проекта, обеспеченность необходимыми ресурсами, оценку принципиальной возможности внедрения *MDD* и прочие вопросы управления [9,10]. По результатам исследования целевого процесса разработки должен быть сформирован аналитический документ – *паспорт процесса разработки*, который будет содержать информацию, необходимую для поддержки принятия менеджментом управленческих решений по выделенным задачам этапа подготовки *MDD*-процесса.

На основании этого документа принимается решение о принципиальной возможности внедрения *MDD* в существующий процесс разработки, а также оценивается стоимость процесса внедрения в ресурсном или денежном выражении. Важно, чтобы в паспорте были обозначены цели внедрения *MDD* в количественном выражении. Это необходимо для того, чтобы по окончании внедрения (или этапа внедрения) менеджмент процесса разработки мог судить о том, достигнуты или не достигнуты поставленные цели.

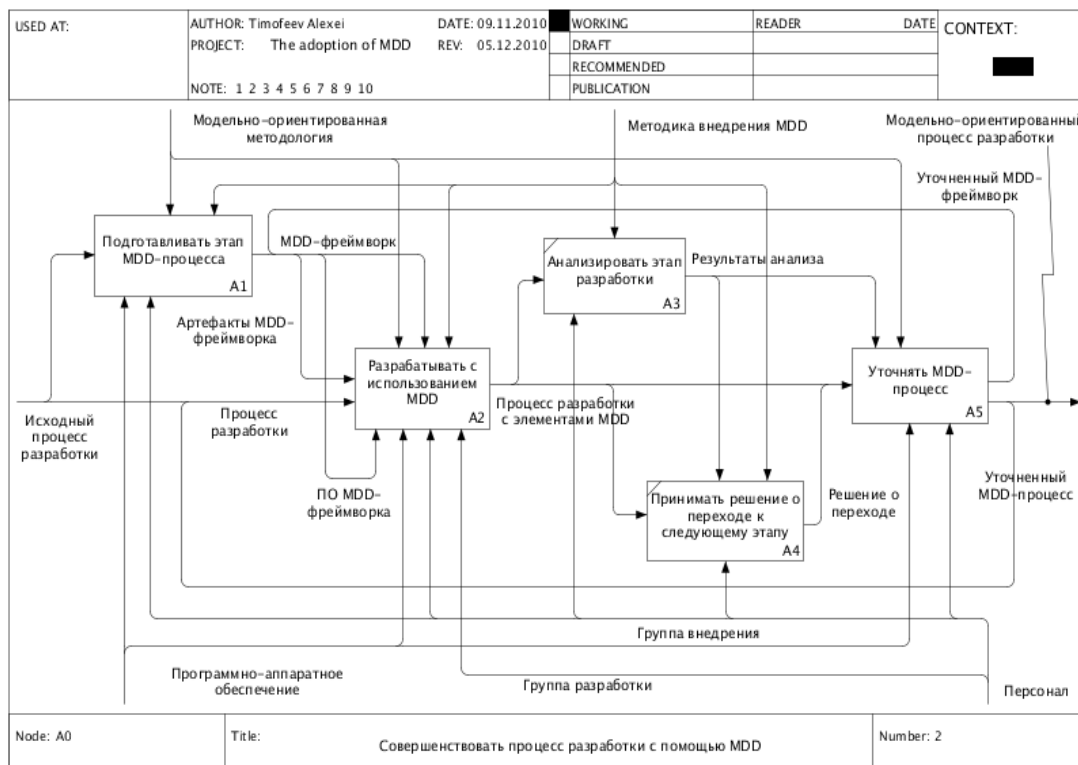


Рис. 1. Второй уровень *IDEF0*-модели процесса внедрения *MDD*-подхода.

Подготовка паспорта процесса разработки осуществляется на первом этапе процесса внедрения – стадии консалтинга, когда еще отсутствует информация о целевом процессе разработки. Затраты на выполнение данной операции зависят от сложности процесса разработки: объема и качества документации, качества архитектуры разрабатываемой программной системы и т. п. Однако менеджмент процесса внедрения в этих условиях должен оценить сроки выполнения и объем ресурсов, которые необходимо выделить на проведение консалтинга; в том числе, необходимо определить требуемую квалификацию специалистов.

В связи с этим паспорт процесса разработки составляется в два этапа. На первом этапе собирается общая информация о процессе разработки, разрабатываемой системе и т. п. Сроки и затраты ресурсов, выделяемые на первый этап, жестко ограничены. Для сбора первоначальной информации не требуется высокой квалификации специалиста.

По данным первого этапа производится оценка сложности процесса внедрения в первом приближении. На основании полученной оценки планируются сроки и выделение ресурсов на второй этап консалтинга – глубокое обследование целевого процесса разработки.

Для первого этапа важно отметить, что оцениваемые характеристики, такие как время выполнения операций, объемы необходимых ресурсов, производительность вычислительных средств, квалификация специалистов группы внедрения и т.п., зависят, в большей части, от характеристик процесса разработки и разрабатываемой программной системы. Например, время, необходимое на разработку метамодели PSM-уровня, оценивается исходя из:

- использования предопределенного каркаса разработки,
- характеристик архитектуры каркаса,
- количества элементов каркаса разработки,
- количества и характера связей между элементами каркаса,
- качества имеющейся технической документации и т. д.

Как видно, часть характеристик носит качественный характер, другие невозможно оценить без проведения дополнительных исследований. Более того, достаточно сложно учесть влияние множества всех возможных характеристик программной системы (ПС) на рассматриваемые показатели: время и затраты ресурсов. Чтобы преодолеть эту сложность, вводится понятие *сложности процесса разработки* (СПР) ПС; теперь можно рассматривать влияние на показатели процесса внедрения не множества отдельных факторов, а напрямую их зависимость от СПР. Нужно отметить, что СПР

во многом определяет *сложность процесса внедрения* (СПВ).

После того, как процесс разработки полностью обследован и подготовлена вся необходимая аналитическая информация, группа внедрения должна вынести *решение о принципиальной возможности (и затратности) внедрения*. Здесь же в первом приближении формируется перечень мероприятий, необходимых для подготовки MDD-процесса.

Следующим шагом менеджменту внедрения необходимо на основании паспорта процесса разработки подготовить документ, который отражал бы распределение ресурсов по операциям – *план процесса внедрения* (ППВ). Важно, чтобы в ППВ уточнялись также состав и объем операций (выявленных на предыдущем шаге), которые отличают данный процесс внедрения от типового. Здесь имеются в виду, в первую очередь, операции, связанные с дополнительной подготовкой процесса разработки к внедрению MDD.

Управление на последующих стадиях этапа подготовки процесса внедрения связано с мониторингом основных характеристик (C^T , C^R , Q^O) на предмет их соответствия плану и уточнением СПВ.

Оценка сложности процесса внедрения

Задачи оценки сложности системы относятся к классу неструктурированных задач, основные условия которых носят качественный характер. Для данного класса задач характерны следующие особенности [6]:

- они являются уникальными в том смысле, что каждый раз задача является либо новой для лица, принимающего решение (ЛПР), либо обладающей новыми особенностями по сравнению со встречавшейся ранее;
- они связаны с неопределенностью в оценках, которая объективно обусловлена нехваткой информации на момент решения задачи.

В силу указанных особенностей, как правило, отсутствуют надежные количественные модели для решения задачи оценки сложности системы. Более того, сложность системы в конечном итоге используется как один из факторов, определяющих выбор ЛПР из множества решений. В условиях принятия решения наиболее информативны оценки, выраженные числом, поскольку они обеспечивают использование методов статистического анализа. Однако соотнесение качественных величин во всех аспектах задачи с численными мерами является специальной и далеко не простой задачей. При этом, как правило, формируются различные шкалы, интервалы, уровни и т.п. Таким способом вводится

числовая информация в оценку и затем в обработку [2, 4, 5].

В настоящей работе для приведения СПВ *MDD* к числовой форме вводится балльная шкала. Вместе с этим вводится понятие класса сложности, которому соответствуют некоторый диапазон на шкале сложности и некоторое решение рассматриваемой задачи, которое будет предложено ЛПР.

Поскольку на сложность системы влияет множество характеристик, допустим, что каждая из характеристик вносит вклад в суммарную (общую) сложность системы. Тогда на основе значений характеристик можно определить класс сложности системы, которому будет соответствовать определенное решение. Отметим, что подобное представление о сложности системы как о некоторой аддитивной величине в некоторых случаях может оказаться не вполне адекватным. В первую очередь это касается случаев, когда оценка влияния одной из характеристик на сложность системы имеет смысл только при определенных значениях других характеристик. Тем не менее, далее принимается, что предлагаемая упрощенная оценка допустима, так как в данном случае не требуется определять точное значение показателя сложности системы, а достаточно лишь оценки порядка (класса) сложности.

Пусть Z – множество классов сложности, такое, что

$$Z = \{z_i \mid i = \overline{1, N^Z}\}.$$

Шкалу сложности зададим как упорядоченное множество значений:

$$A = \{a_j \mid j = \overline{1, N^A}\},$$

причем $a_k > a_m, \forall k, \forall m : k > m$.

Рассмотрим разбиение T^A множества A , $T^A = \{T_k^A \mid k = \overline{1, N^{T^A}}\}$, причем $\bigcup_{k=1}^{N^{T^A}} T_k^A \neq \emptyset$.

Тогда можно определить отображение $M : Z \rightarrow T^A$, которое задает соответствие классов сложности системы некоторым непересекающимся диапазонам значений шкалы сложности. Таким образом, справедливо и обратное отображение $M^{-1} : A \rightarrow Z$.

Рассмотрим множество H характеристик исследуемой системы:

$$H = \{h_m \mid m = \overline{1, N^H}\},$$

тогда W_m^H – множество возможных значений характеристики h_m , а $C_m^H : W_m^H \rightarrow A$ – отображение, задающее соответствие значения характеристики некоторому значению на шкале сложности.

Класс сложности системы находится по следующему алгоритму:

1. Определить множество H характеристик.

2. Определить возможные значения характеристик: $W_m^H \mid m = \overline{1, N^H}$.

3. Определить отображения $C_m^H : W_m^H \rightarrow A \mid m = \overline{1, N^H}$.

4. Определить максимальное возможное значение на шкале сложности для установленного набора характеристик:

$$\max Value = \sum_m^{N^H} \max \{C_m^H(W_{mg}^H) \mid g = \overline{1, N_m^W}\},$$

где N_m^W – мощность множества W_m^H , а $C_m^H(W_{mg}^H)$ – значение шкалы сложности, соответствующее m -ому значению характеристики h_m .

5. Определить отображение M и множество классов сложности Z .

6. Описать выделенные классы сложности и поставить каждому в соответствие некоторое решение поставленной задачи.

7. Определить значения характеристик для конкретной системы.

8. Получить балльные оценки влияния каждой характеристики на сложность системы.

9. Получить суммарную оценку сложности системы.

10. Воспользовавшись отображением M^{-1} , определить класс сложности.

Операции 1 – 3, 5, 6 выполняются на основании предыдущего опыта команды внедрения или с помощью экспертизы, проведение которой можно осуществить, следуя, например, методике, изложенной в [2].

Таким образом, предложенная методика оценки сложности системы является одним из средств поддержки принятия решений при управлении процессом внедрения *MDD*-подхода, прежде всего, в случае, когда отсутствуют более точные количественные методы поддержки принятия решений или их использование затруднено.

Управление на этапе «MDD-разработка»

Особенностью управления на данном этапе является его итерационность. Управление здесь должно быть нацелено, в первую очередь, на обеспечение качества разрабатываемых компонентов ПС. Только после того, как будет достигнут желаемый уровень качества, имеет смысл переходить к оптимизации производительности и стоимости процесса модельно-ориентированной разработки. От системы поддержки управления на этом этапе требуется организация сбора показателей, которые потребуются на следующем этапе «Анализа результатов MDD-разработки»:

- характеристики ошибок процесса модельно-ориентированной разработки: общее количество, распределение по категориям, критичность и т.п.;

- показатели производительности моделирования;
- отклонения от плана по срокам и ресурсам.

По итогам текущего обследования процесса MDD-разработки может быть составлен «Отчет о текущем состоянии процесса внедрения», который будет являться основой для следующего этапа «Анализа результатов».

Управление на этапе «Анализ результатов MDD-разработки»

Основная задача управления данного этапа – принятие решения о дальнейшем внедрении подхода. Специалисты группы внедрения совместно с менеджментом процесса разработки должны принять решение о завершении внедрения, необходимом уточнении MDD-процесса или о переходе к следующему этапу внедрения.

Задача подсистемы управления процессом внедрения – обеспечение менеджмента аналитической информацией, необходимой для принятия оптимального решения. В первую очередь, на основании «Отчета о текущем состоянии» оценивается необходимость уточнения MDD-процесса. Если уточнение необходимо, оцени-

вается объем требуемых работ (сроки, затраты ресурсов). Если ошибок в процессе MDD-разработки не выявлено и уточнение не требуется, то принимается решение о продолжении разработки и окончании внедрения или о переходе к следующему этапу. Алгоритм принятия решения представлен на рис. 2.

Управление на этапе «Уточнение MDD-процесса»

Управление процессом внедрения на данном этапе во многом схоже с управлением на этапе подготовки MDD-процесса. Отличие состоит в том, что на этапе уточнения планирование можно осуществлять уже на основе полученных ранее данных о затратах ресурсов на операции определенных метамоделей, набора моделей, правил трансформации и т. д. Вместе с тем используются оценки объема работ, полученные на этапе «Анализа результатов MDD-разработки». Этап уточнения также очень важен для формирования оценки о качестве MDD-процесса: как отмечается в [1], объем исправлений, вносимых в MDD-фреймворк на этапе уточнения, прямо свидетельствует о качестве процесса внедрения.

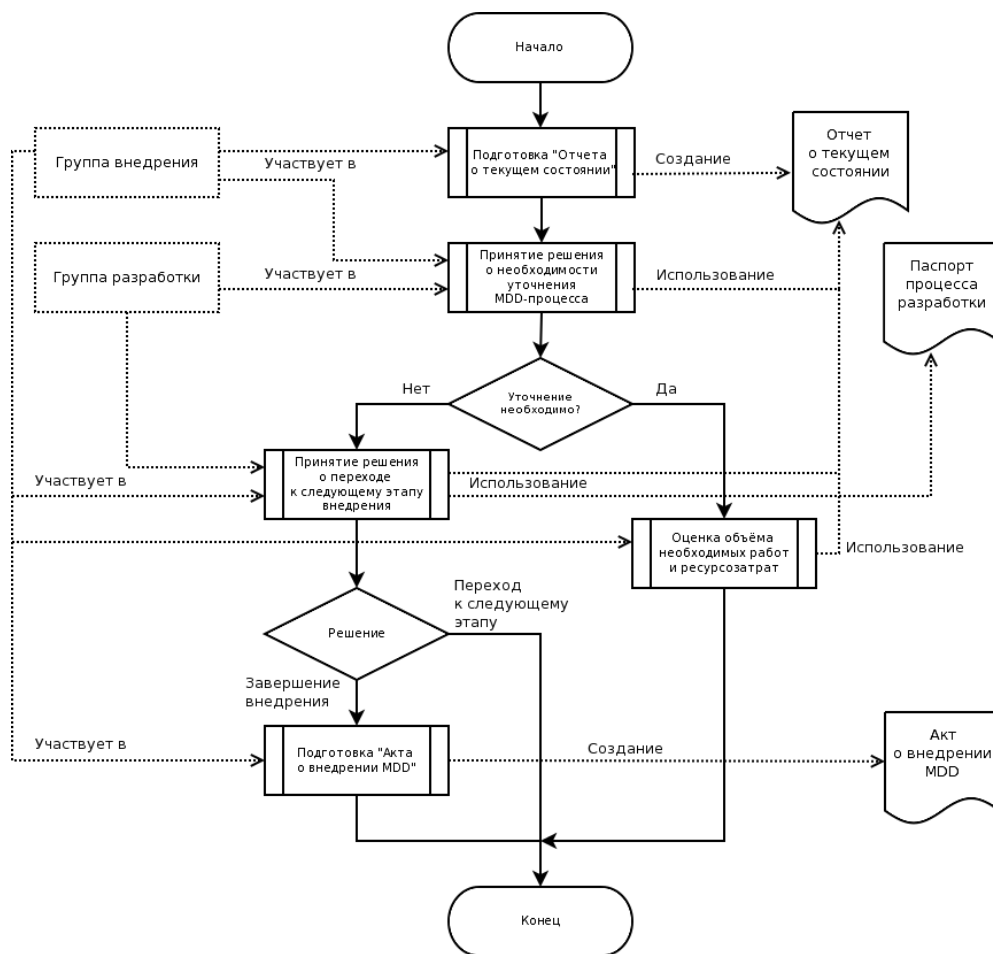


Рис. 2. Алгоритм принятия управленческих решений этапа «Анализ результатов MDD-разработки».

Заключение

Таким образом, предлагается системно упорядоченное представление управления процессом внедрения модельно-ориентированного подхода в существующий процесс разработки программного обеспечения, в том числе планирования внедрения,

управления ресурсами, мониторинга и контроля выполнения операций. Приведенные результаты в совокупности отражают особенности формирования комплекса методического, информационно-аналитического и программного обеспечения, необходимого для успешного внедрения MDD-подхода.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Александров Д.В., Александрова Е.В., Лексин А.Ю., Давыдов Н.Н. Методологические основы управления и информатизации бизнеса: учеб. пособие для вузов / под ред. А.В. Кострова. М.: Финансы и статистика, 2012. 376 с.
2. Костров А.В., Коротева О.С., Якупченкова С.Ю. Оценка уровня развития информационного менеджмента // Прикл. информатика. 2012. № 3 (39). С. 46–54.
3. Седякин В.П., Корнюшко В.Ф., Филоретова О.А. Проблема Л. Флориди и классификация информационных наук // Прикладная информатика. 2012. № 3(39). С. 125–131.
4. Костров А.В., Полянский Е.И. Обоснование обобщенных критериев оценки распределенной информационной системы на основе морфологического анализа // Интеграл. 2012. № 3(65). С. 36.
5. Мухин К.О., Костров А.В. Описание моделей базовых элементов объектно-ориентированной модели производственных процессов для нахождения оптимального управления // Научные технологии. 2013. Т. 14. № 4. С. 062–067.
6. Тимофеев А.А., Грачев И.В. Управление процессом внедрения модельно-ориентированного подхода // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. Т. 10. № 7. С. 22–29.
7. Лабутин А.Н., Волкова Г.В. Технологические процессы и производства как объекты управления: учебное пособие. Иваново: ИГХТУ, 2010. 95 с.
8. Мухин К.О., Костров А.В. Метод применения объектно-ориентированных имитационных моделей для управления сложными производственными процессами // Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 5. С. 332–337.
9. Корнюшко В.Ф., Хомутова Е.Г., Гуцин Е.В. Информационное обеспечение создания интегрированной системы менеджмента // Успехи современного естествознания. 2008. №7. С. 90.
10. Храпов И.В., Бурляева Е.В., Корнюшко В.Ф. Методология информационной поддержки систем мониторинга материальных ресурсов на основе технологии хранилищ данных // Интеграл. 2012. № 4. С. 100–101.

THE IMPLEMENTATION OF MODEL-DRIVEN APPROACH TO SOFTWARE DEVELOPMENT

O.A. Zhdanovich¹, A.V. Kostrov², S.V. Razlivinskaya^{3,*}, A.A. Timofeev²

¹*The State Scientific-Research Institute of Chemical Reagents and High Purity Chemical Substances (IREA), Moscow, 107076 Russia*

²*Vladimir State University, Vladimir, 600000 Russia*

³*M.V. Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technologies, Moscow, 119571 Russia*

*Corresponding author e-mail: sveta@mitht.ru

In article the questions of integrated management by process of implementation of the Model-driven development (MDD) approach to software development practice are considered, the requirements to management system are determined, the algorithms and the basic documents of process management are offered, management subsystem is formed.

Keywords: *management, model-driven development (MDD) approach, development, software, implementation process.*