

# DIE UML-UNTERSTÜTZTE ENTWICKLUNG VON MODELLIERUNGSSOFTWAREKOMPONENTEN FÜR DAS SIMULATIONS- UND SERVICEZENTRUM

O. Cheptsov

Fakultät für Rechentechnik und Informatik (FRTI)

Nationale Technische Universität Donezk

lex@cs.dgtu.donetsk.ua

## **Abstract**

*O. Cheptsov. The UML-supported development of modelling software components for the simulation and servicing centre. Theoretical basis, methods development, approbation and testing under given problem area's conditions of the simulation means system organization and working algorithms with aim of organization and further supporting of controlled complex dynamic systems development and exploitation tasks. In the article the UML-based strategy of modelling software components developing is suggested.*

## **Kurzfassung**

Im Rahmen der Forschungs Kooperation der FRTI der NTU Donezk mit dem IAS und ISR der Universität Stuttgart sowie mit dem Institut für Simulation und Graphik der Universität Magdeburg wurde ein Konzept des Simulations- und Servicezentrums (SSZ) entwickelt [1], das mittels einer für den Untersuchungsgegenstand spezifizierten Hierarchie der Modelle und Simulatoren die modellgestützte Projektierung von Automatisierungssystemen sowie die simulationsbasierte Prozessführung der komplexen dynamischen Systeme mit konzentrierten (DSKP) und verteilten (DSVP) Parametern erlaubt. Die SSZ-Entwicklung gehört zum aktuellen Problemkreis der parallelen und verteilten Simulationstechnik.

Im Beitrag wird das SSZ als ein geräte-, informations- und softwaretechnisch verteiltes, serviceorientiertes, komponentenbasiertes System betrachtet, das in den Knoten parallele Simulationsumgebungen sowie zahlreiche Klienten mit eigenen autonomen Simulationsressourcen enthält.

## **1. Einleitung**

Die Modellierung und Simulation als Methodik zur Untersuchung und modellgestützten Entwicklung von komplexen dynamischen, technischen und verfahrenstechnischen Systemen und Objekten, bekommt eine neue funktionelle Anwendung – die mathematischen Modelle und die ihnen zugrunde liegenden Algorithmen werden nicht nur für die Simulation,

sondern auch für Verwaltungsaufgaben der technologischen Prozesse und Objekte eingesetzt. Diese Tendenz übt einen positiven Einfluss auf die Entwicklung von Ansätzen zur Systemorganisation und kooperativen Verwendung bei der Lösung betriebstechnischer Aufgaben verschiedener Anwendungsgebiete aus, gleichberechtigt neben den gleichungs- und blockorientierten Simulationsmitteln der 5. Generation [2] sowie den objekt-orientierten Modellen und ihren Realisierungsmethodiken.

Bei steigenden Anforderungen an die Charakteristiken der Simulationstechnik hat die modellgestützte Entwicklung der komplexen dynamischen Systeme (DS) entscheidende Bedeutung für die Qualitätssicherung von Softwareprojektlösungen, wobei DSKP- und DSVP-Modelle ein voll funktionelles Entwicklungsvorgehen verlangen. Die intensive Entwicklung der informationstechnischen Technologien, von parallelen MIMD-Rechenarchitekturen und objekt-orientierten Ansätzen zur Softwareerstellung stimulieren die Entwicklung der Methodiken und Standards der parallelen und verteilten DSKP- und DSVP-Modellierung.

Das vorgeschlagene SSZ stellt eine verteilte rechnergestützte informationstechnische Umgebung dar, wobei die Zielsetzungen der Systemorganisation, der zentralisierten und autonomen Funktionsweise, der Entwicklung sowie der Inbetriebnahme und Zulassung der DS-Modelllösungen erreicht werden sollen.

## **2. Zielsetzungen der Modellentwicklung in Rahmen des SSZ**

Entsprechend der technisch bedingten Hierarchieebenen (HE) werden die Betriebsobjekte und Prozesse definiert und deren Modelle den betriebstechnischen Tätigkeitsrichtungen (TR) des SSZ-Einsatzgebietes zugeordnet, deren Gesamtheit eine Modellhierarchie in tabellarischer Form bildet [1]. Bei der Entwicklung der für ein bestimmtes SSZ-Anwendungsgebiet vorgesehenen Komponenten der Modellhierarchie gelten die folgenden Zielsetzungen:

- Jede Komponente der SSZ-Modellhierarchie wird als IJ(K)-Objekt dargestellt (I-Hierarchieebene, J-Tätigkeitsrichtung, K-Modell bzw. Prozess).
- Für die gewählten Modelle werden die enggekoppelten funktionellen ( $HE_i$ ,  $i=const$ ) sowie die komponententopologischen ( $TR_j$ ,  $j=const$ ) Zusammenhänge definiert (z.B. in der Notation der verwendeten softwaretechnischen Technologien).
- Für die Entwicklung der IJ(K)-Modelle wird ein einheitlicher Vorgehensprozess spezifiziert, der anhand einer Beschreibung der Untersuchungsobjekte in der Form von mathematischen Modellen zur Erstellung der Simulatoren führt.

- Es wird diejenige Strategie zur Entwicklung einer Softwarekomponente mit der Funktionalität des Modells ausgewählt, die den Anforderungen [1] entspricht und auf einem der Softwarevorgehensmodelle basiert.
- Die entwickelten Simulatoren werden in der Form von autonomen Softwarekomponenten erstellt, experimentell untersucht und in das SSZ integriert, das die Organisationsaufgaben gemeinsam mit System- und Dienstkomponenten der zentralen Funktionsalgorithmen erfüllt.
- Auf der Basis der entwickelten Simulatoren werden die verfahrenstechnischen Aufgaben des SSZ-Einsatzgebietes definiert und danach anhand der entwickelten SSZ-Modelle die Vorgehensweise zur Gewinnung einer Lösung in der für das SSZ gültigen Beschreibungsform der Entwicklungsmethodiken spezifiziert.

Es wird angestrebt, eine algorithmische und softwaretechnische Unterstützung und Begleitung der SSZ-Entwickler während der Modellerstellung sowie der SSZ-Benutzer während der Simulationsdurchführung und Bearbeitung der Ergebnisse zu geben. Hierzu sollten entsprechende Methodiken zur Formalisierung des Entwicklungs- und Anwendungsprozesses des SSZ eingesetzt werden. Dafür wurde eine Technologie vorgeschlagen, die sowohl für die Entwicklung der SSZ-Modellierungskomponenten als auch für die Realisierung der SSZ-Funktionsalgorithmen eingesetzt wird und an die Besonderheiten der ins SSZ integrierten DSKP- und DSVP-Projekte angepasst ist. Sie basiert auf der unifizierten Modellierungssprache (UML) und soll die festgelegten SSZ-Zielsetzungen realisieren und eindeutig die Vorgehensweise in allen Etappen des Lebenszykluses von Entwicklung und praktischer Verwendung der SSZ-Modelle (von der Anforderungsanalyse bis zur Validierung) definieren.

### ***3. Einsatz der UML-Technologien zur Entwicklung der Modellierungs-Softwarekomponente des SSZ***

Zur softwaretechnischen Unterstützung der SSZ-Projektbeschreibung, Modellerstellung und Implementierung sowie der Integration der DS-Projektlösungen in das SSZ wurde eine UML-basierte Entwicklungsstrategie eingesetzt. Mit dem UML-Ansatz werden die folgenden Aspekte der SSZ-Modellentwicklung und praktischen Anwendung erfasst: Logische Komponentendarstellung (eine abstrakte Beschreibung der Modellbestandteile für untersuchte DS), Prozessführung (beschreibt den Prozessablauf im simulierten System), Entwurfsweise (beschreibt und administriert die Modul- und Komponentenorganisation des Modellierungssystems), Systemorganisation (eine Beschreibung der Hardware- und Software-Simulationsressourcen sowie der Realisierungsweise und der Zuordnungsstrategie der Software-Modellierungskomponente des

entsprechenden SSZ-Knoten), Aktivitätsdefinition (eine Beschreibung der Funktionalität des Simulationssystems sowie der Softwarekomponente).

Zum Entwurf der Simulations-Softwarekomponente wurde das aus einer Kombination vom Rational Unified Process (RUP) mit dem Wasserfallmodell bestehende Vorgehensmodell gewählt, das den Anforderungen an das SSZ [1] entspricht. Die UML-Entwicklung erfolgt iterativ unter Verwendung der grafischen Diagramme in einer speziellen Notation. Wesentliche methodische Bedeutung bei der Entwicklung der Modellierungs-Softwarekomponente hat hier die Anpassung der UML-Entwicklungsmethodiken an die Aufgabenstellung der Simulationstechnik.

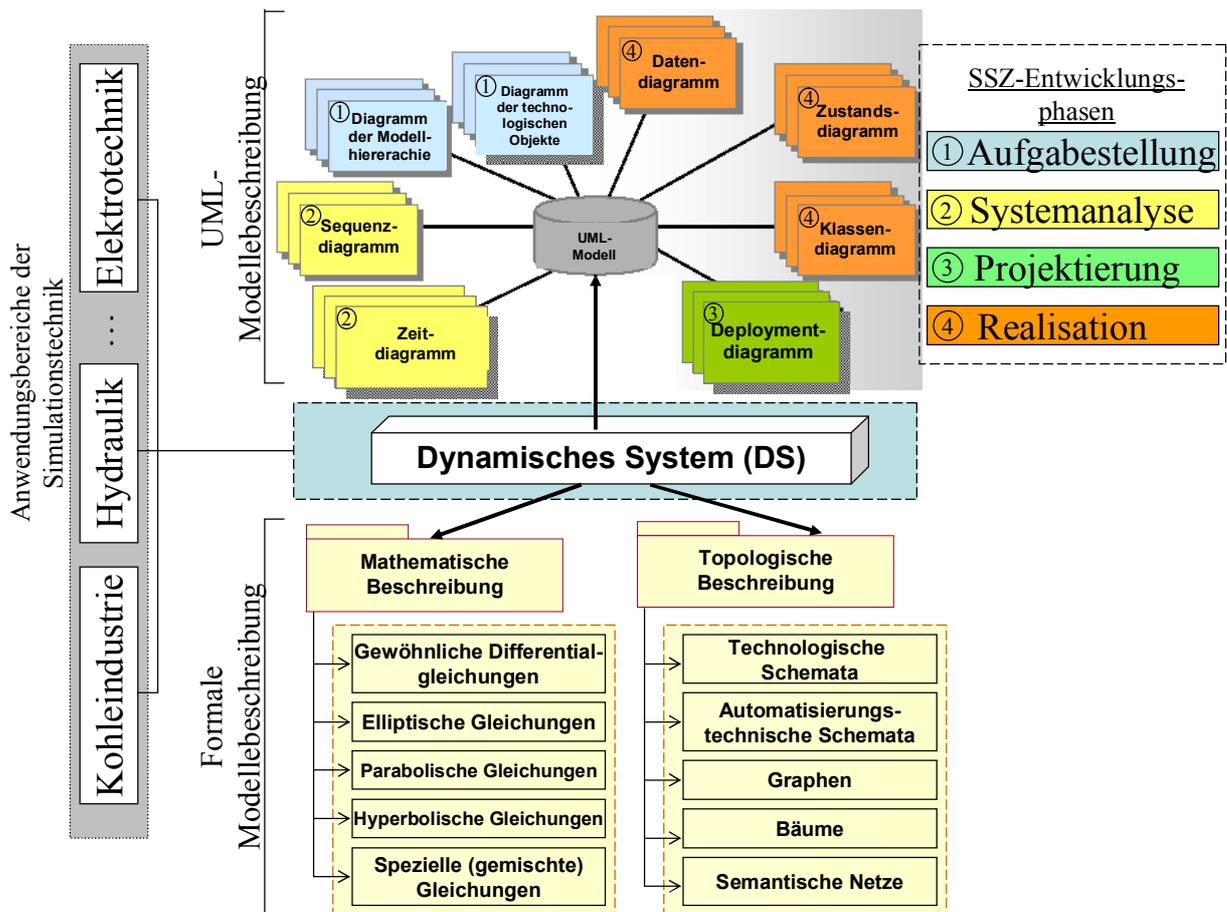


Abb. 1. Formale und UML-basierte Darstellung der verfahrens-technischen dynamischen Systeme

Es liegt ihnen eine benutzerfreundliche und entwicklungsfähige Abbildung der eindeutigen Verbindungen zwischen den verschiedenen Gebieten der verfahrenstechnischen Ebene und der formalen Beschreibung der dynamischen Systeme zugrunde (Abb. 1). Zu diesem Zweck wurden spezielle UML-Diagramme und -Modelle erarbeitet und definiert, die sich an der Spezifik der Modellentwicklung im Rahmen des SSZ orientieren. Vorschläge für die einzelnen Entwicklungsetappen: Für die Phase der Aufgabestellung –

das Diagramm der Simulatoren (zum Zwecke der einheitlichen Darstellung diskreter Modelle kontinuierlicher DS-Prozesse, ihrer Zuordnung zu vorgegebenen HE und TR sowie der topologischen und funktionellen Zusammenhänge zwischen ihnen (Abb. 2)), das Diagramm der technologischen Objekte (hat eine UML-notierte Beschreibung der untersuchten DS sowie ihrer Eigenschaften zum Inhalt); in der Phase der Systemanalyse – das erweiterte Sequenzdiagramm (beschreibt Nachrichtenaustausch und Informationskopplung zwischen den Modellierungs- und Dienst-Softwarekomponenten während des Modellierungsprozesses unter Angabe des Komponenten-Klassifizierungszeichens), das Zeitdiagramm (wird für die Beschreibung des Zeitverhaltens des simulierten DS sowie des Simulationsablaufes durch die spezifizierte UML-Bezeichnung des Zeitaufwands zwischen den Ereignissen des DS-Zustandsautomaten [3] verwendet); in der Phase der Projektierung – das modifizierte Deploymentdiagramm (mit der einheitlichen UML-Darstellung der verteilten SSZ-Rechenarchitekturen und Ressourcengruppen sowie der zugeordneten Modellierungs-Softwarekomponente); in der Phase der Modellrealisation – das erweiterte Klassendiagramm (stellt eine objekt-orientierte Softwarerealisierung der SSZ-Modellierungskomponente sowie ihrer logischen Organisationsstruktur dar), das Zustandsdiagramm (enthält als Wirkungsbereich die SSZ-Ressource und definiert die Verwendungsweise der SSZ-Komponente während der Lösung der SSZ-Aufgaben), das Datenmodellldiagramm (stellt die Struktur der Informationsebene der SSZ-Software dar).

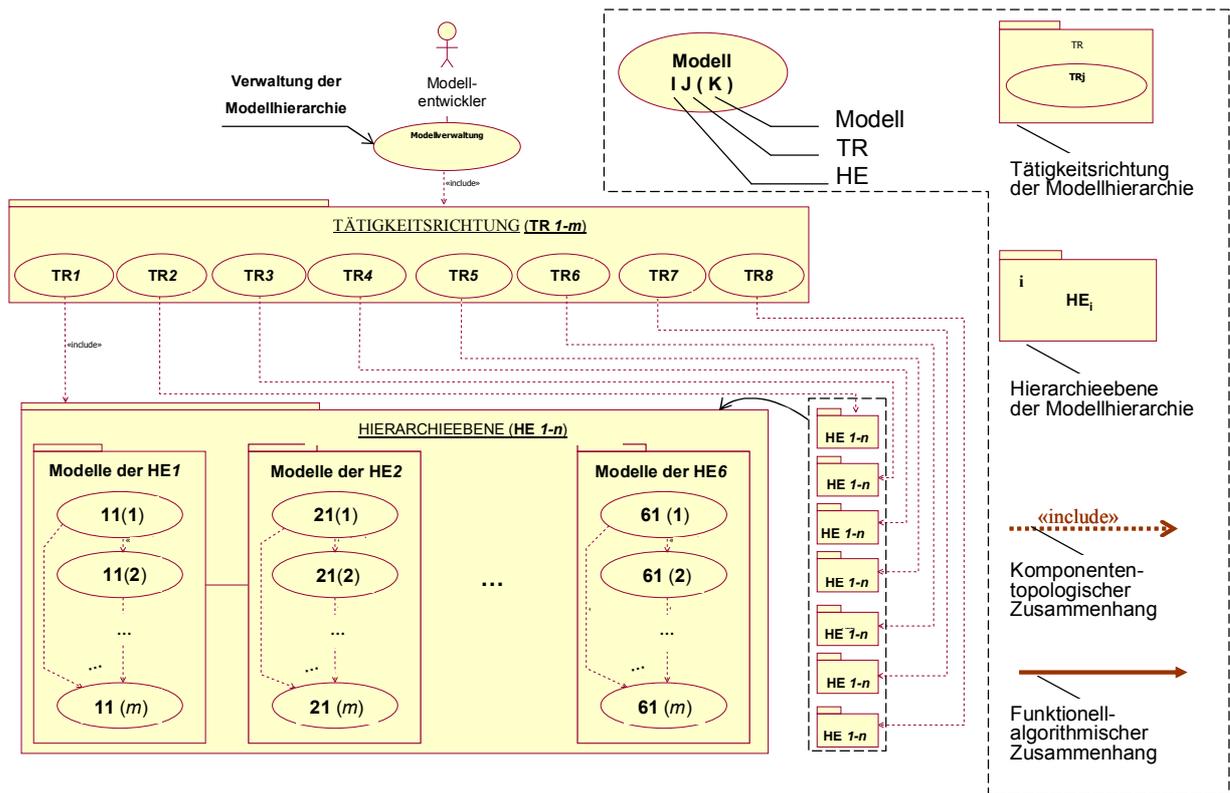


Abb. 2. Das UML-Diagramm der Simulatoren

#### 4. Systemorganisation der SSZ-Modellierungs-Softwarekomponente

Die Realisierung der Modellierungskomponenten erfordert eine Softwareimplementierung und die Integration mit anderen SSZ-Komponenten; sie wird gemäß der Strategie der SSZ-Systemorganisation umgesetzt. Softwaretechnisch stellt das SSZ eine dienst-orientierte, komponenten-basierte, verteilte Web-Anwendung dar [5]. Dieser Strategie folgend werden die Modellierungskomponenten als Web-Dienste organisiert (Abb. 3), die auf den verteilten SSZ-Hardware-Rechenressourcen (Paragon – FRTI der NTU-Donetsk, NEC-SX8 – Bundes-höchstleistungsrechenzentrum HLRS der Universität Stuttgart, die PC-Cluster der FRTI und ihrer Partnerinstitute) in Form von Softwarepaketen installiert werden. Sie sind über SOAP und XML-Netzwerkprotokolle zur Softwareausführung aus den SSZ-Dienst-Softwarekomponenten, die als Web-Seiten organisiert sind und auf diese Weise die Master-Ressource für Modellierungskomponenten darstellen, im Slave-Modus erreichbar.

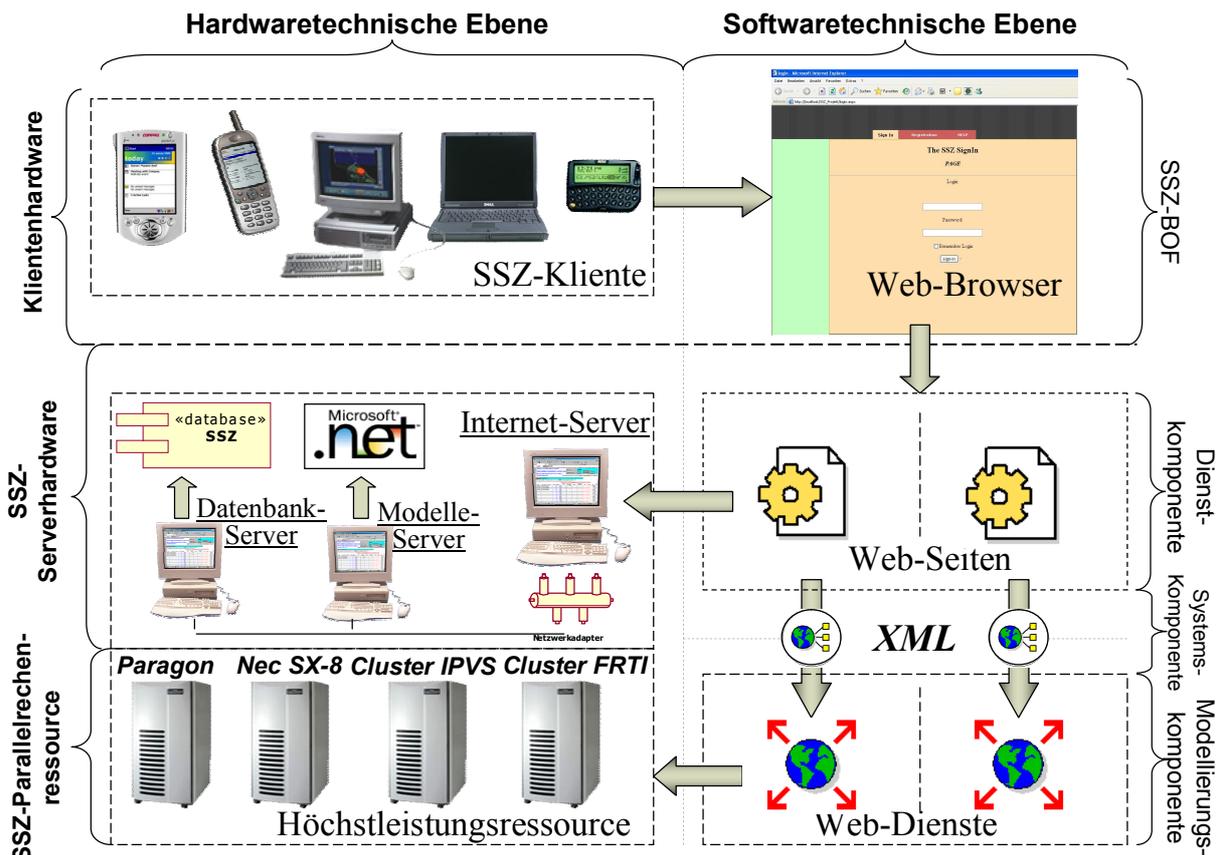


Abb. 3. Systemorganisation der SSZ-Hardware- und Softwarerekomponente

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Der erste SSZ-Prototyp wurde für die Kohleindustrie entwickelt [5]. Dabei wurden Modelle von sicherheitskritischen Objekten der verfahrenstechnischen Ebene „Sicherheitstechnik und Bewetterung“ für die produzierenden Kohlegruben realisiert, bewertet und in den technologischen Prozess integriert. Die gewonnenen Ergebnisse liefern einen Beitrag für die Simulationstechnik, die sich mit spezifischen Anwendungen der DS-Projektlösungen beschäftigt und in Form der problem-orientierten SSZ erstellt wird. Die dabei ausgearbeiteten Entwicklungsmethodiken wurden für den Entwurf der Modellierungs-Softwarekomponenten verwendet und bilden eine Aufgabenstellung der modernen Simulationstechnik.

Die geplanten weiteren Entwicklungen konzentrieren sich auf die betriebstechnische Anpassung der SSZ-Funktionsalgorithmen an andere industrielle und wissenschaftliche Modellierungsaufgaben sowie auf die systematische Modellanwendung zur Lösung von Sicherheits-, Automatisierungs-, Projektierungs- und Verwaltungsproblemen bei industriellen Objekten unterschiedlicher Anwendungsgebiete.

## **Literatur**

1. *Svjatnyj V., Beljaev O., Lapko V., Cheptsov O., Hohmann R.*: Zur Entwicklungsorganisation des Simulations- und Servicezentrums für die Kohleindustrie. In: F.Hülsemann u.a. (Hrsg.), Tagungsband 18. ASIM-Symposium Simulationstechnik, Erlangen 2005, SCS 2005, s.554-559.
2. *Schmidt B.*: Simulationssysteme der 5.Generation. SiP, Heft 1, 1994, s.5-6.
3. *Russ Miles, Kim Hamilton.* Learning UML 2.0. O'Reilly Media, Inc., 2006, 269p.
4. *Svjatnyj V., Moldovanova O.V., Feldmann L.*: Parallele Simulationsumgebung für dynamische Netzobjekte mit verteilten Parametern. In: F.Hülsemann u.a. (Hrsg.), Tagungsband 18. ASIM-Symposium Simulationstechnik, Erlangen 2005, SCS 2005, 416-421.
5. *Dang Gang, Wang Xiaoqing, Zhang Wensong and Jin Shiyao.* A Prototype of Web-based Distributed Simulation Environment, Proceedings of the Fourth International Conference / Exhibition on High Performance Computing in Asia-Pacific Region, 2000.

---

Дата надходження до редакції 01.10.2006 р.