

## **О модели системы контроля в модульно-рейтинговой технологии организации учебного процесса**

*On control system model in module-rating technology of educational process*

**Воронкова Евгения Викторовна<sup>1</sup>**

*Varankova Yauhenia*

**Петров Валерий Алексеевич<sup>2</sup>**

*Petrov Valerii*

1. *Магистр естественных наук, старший преподаватель кафедры информационных технологий*

*Минского инновационного университета*

*Master of Science, senior lecturer of the Department of information technologies of Minsk Innovation University*

*e-mail: vev1979miu@gmail.com*

2. *Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий*

*Минского инновационного университета*

*PhD in Physico-mathematical sciences, Associate Professor, associate professor of the Department of information technologies of Minsk Innovation University*

*e-mail: pva050453miu@gmail.com*

---

### **Аннотация**

Статья посвящена вопросу построения математической модели системы контроля знаний студентов при модульно-рейтинговой организации учебного процесса. Рассмотрен процесс автоматизации расчета оценки успеваемости студента за семестр на примере дисциплины «Математика», преподаваемой студентам первой ступени высшего образования специальности «Программное обеспечение информационных технологий» Минского инновационного университета, в табличном процессоре Excel.

**Ключевые слова:** модульно-рейтинговая система, мотивация и стимулирование, система контроля, математическая модель, оценка успеваемости.

### **Abstract**

The article is devoted to the question of constructing a mathematical model of the system for controlling students' knowledge under the modular-rating organization of the educational process. The process of automating the calculation of the evaluation of the student's progress for a semester is described on the example of the discipline «Mathematics», taught to students of the first stage of higher education in the specialty «Software for Information Technologies» of the Minsk Innovation University, in the Excel table processor.

**Keywords:** modular-rating system, motivation and stimulation, control system, mathematical model, assessment of academic performance.

---

**Поступила в редакцию / Received:** 07.04.2017

**Web:** <http://elibrary.miu.by/journals/item.iot/issue.50/article.4.html>

---

В статью вошли материалы, полученные в результате выполнения НИР «Научно-методическое обеспечение дисциплин кафедры информационных технологий в условиях инновационного развития системы высшего образования», № 01-1.8/ИТ.

### **Введение**

В сфере высшего образования в настоящее время идет непрерывный поиск, разработка и внедрение инновационных моделей, методов, приемов и технологий организации учебно-познавательной деятельности студентов. Среди набора средств, обеспечивающих четкую работу системы организации и управления процессом подготовки высококвалифицированных специалистов, особое место занимают контроль и оценка успеваемости студента. С целью мотивации систематической работы студентов, стимулирования их самостоятельности, реализации дифференцированного подхода и своевременной корректировки учебно-познавательной деятельности в Минском инновационном университете внедрена модульно-рейтинговая система оценки результатов обучения студентов. Одна из ее основных идей заключается в возможности управлять учебным процессом не только преподавателю, но и студенту самостоятельно.

Модульно-рейтинговая система обучения и оценки успеваемости студентов – это комплексная система поэтапного оценивания уровня освоения основных образовательных программ с использованием модульного принципа построения учебного процесса [1, 2, 3]. При этом осуществляется разделение содержания каждой учебной дисциплины на модули и проводится систематизированный рейтинговый контроль успеваемости студентов по каждому модулю и дисциплине в целом.

## 1. Построение математической модели

В настоящей статье представлен один из вариантов построения и реализации математических моделей оценки успеваемости студентов в модульно-рейтинговой системе организации преподавания дисциплины «Математика» для специальности «Программное обеспечение информационных технологий» в Минском инновационном университете.

В соответствии с учебными планами данной

специальности дисциплина, рассчитанная на объем в 720 учебных часов, изучается студентами в 1-м, 2-м и 3-м семестрах. Учебные занятия проводятся в форме лекций, практические занятия и управляемая самостоятельная работа (УСР) – под руководством преподавателя.

Согласно принципам модульно-рейтинговой системы обучения, исходя из учебной программы дисциплины и логики ее построения, авторами была разработана модульная программа (рисунок 1).

МАТЕМАТИКА										
МОДУЛИ 1-го семестра				МОДУЛИ 2-го семестра				МОДУЛИ 3-го семестра		
Элементы теории множеств Линейная алгебра	Аналитическая геометрия	Введение в математический анализ	Дифференциальное исчисление функции одной переменной	Функции нескольких переменных	Интегральное исчисление Функции одной переменной	Дифференциальные уравнения	Числовые и степенные ряды	Интегральное исчисление Функции нескольких переменных	Основы теории поля Функциональные ряды Ряды Фурье	Функции комплексной переменной Операционное исчисление

Рисунок 1 – Модульная программа

Важную роль в технологии модульно-рейтингового обучения занимает контроль знаний студентов. По действующему положению о модульно-рейтинговой системе обучения, в МИУ рейтинговая оценка (РО) по дисциплине рассчитывается по общей формуле:

$$RO = 0,4 \cdot OUC + 0,6 \cdot OTA.$$

Однако в ее применении есть некоторые нюансы, а именно: если в результате текущей аттестации (экзамен, зачет) получена оценка (ОТА) ниже 4 баллов, то рейтинговая оценка по дисциплине выставляется только по результатам текущей аттестации. Более того, студент может быть освобожден от сдачи экзамена или зачета, если оценка по успеваемости за семестр (ОУС) будет не ниже 8 баллов. В этом случае студент имеет право либо согласиться на выставление полученной отметки, либо попытаться повысить ее, пройдя текущую аттестацию на общих условиях.

Поэтому, исходя из приведенных условий аттестации студента по дисциплине, одним из ключевых компонентов рейтинговой отметки является оценка успеваемости студента за семестр.

Что же представляет собой оценка успеваемости студента по дисциплине за семестр? ОУС должна учитывать все виды аудиторной и внеаудиторной работы

студентов, призвана стимулировать учебно-познавательную деятельность, мотивировать студента к систематической, регулярной работе на протяжении всего семестра и дать возможность преподавателю более объективно и полно оценить результаты этой работы.

В своей практике мы используем следующую математическую модель для определения семестровой оценки успеваемости студента по дисциплине:

$$OUC = 0,8 \cdot O^M + 0,2 \cdot O^{УСР} + B,$$

где  $O^M$  – среднее арифметическое оценок по всем модулям семестра;

$O^{УСР}$  – оценка по управляемой самостоятельной работе студента;

$B$  – бонусные баллы.

В свою очередь,  $O^M$  и  $O^{УСР}$  определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} O^M &= \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n O_k^M, O^{УСР} = \\ &= 0,4 \cdot O_{ЛК}^{УСР} + 0,6 \cdot O_{ПЗ}^{УСР}, \end{aligned}$$

где  $O_k^M$  – совокупная оценка по  $k$ -му модулю, которая вычисляется по формуле:

$$O_k^M = 0,15 \cdot O_k^{ЛК} + 0,25 \cdot O_k^{ПЗ} + 0,6 \cdot O_k^{МК},$$

$n$  – количество модулей;

$O_k^{ЛК}$  – оценка по лекционным занятиям, входящим в  $k$ -й модуль;

$O_k^{ПЗ}$  – оценка по практическим занятиям, входящим в  $k$ -й модуль;

$O_k^{МК}$  – оценка по  $k$ -му модульному контролю;

$O_{ЛК}^{УСР}$  – оценка по управляемой самостоятельной работе студента по темам лекционного материала;

$O_{ПЗ}^{УСР}$  – оценка по управляемой самостоятельной работе студента по темам практического материала.

Каждая составляющая этой модели, в свою очередь, включает в себя определенное число компонентов или критериев. Так,  $O_k^{ЛК}$  – оценка по лекционным занятиям  $k$ -го модуля – является средней арифметической оценок за каждую лекцию данного модуля и учитывает следующие критерии:

- присутствие на лекции – оценка 4;
- ведение конспекта – +1 – +2 (зависит от полноты содержания конспекта);
- активное участие в ходе занятия (например, ответы на вопросы и др.) – +2;
- доклад по одному из вопросов лекции (бонус) – +1 – +2;
- штрафные баллы (опоздание, несоответствующее поведение и др.) – -1 – -2.

Оценка по практическим занятиям  $k$ -го модуля  $O_k^{ПЗ}$  – это среднее арифметическое оценок за каждое практическое занятие данного модуля; она определяется исходя из следующего:

- присутствие на практическом занятии – оценка 4;
- ведение конспекта – +1 – +2;
- активное участие в ходе занятия (например, ответ у доски, самостоятельное успешное решение задач) – +1 – +2;
- выполнение (успешное) домашнего задания – +1;
- невыполнение домашнего задания – -1;
- решение задач повышенной сложности (бонус) – +1 – +2;
- штрафные баллы (опоздание, несоответствующее поведение и др.) – -1 – -2.

После изучения материалов  $k$ -го модуля проводится контрольная работа, по которой и определяется ве-

личина  $O_k^{МК}$  – оценка по  $k$ -му модульному контролю. Эта оценка зависит от следующих параметров:

- 1) количество успешно решенных заданий;
- 2) с какими именно заданиями справился студент, так как сами задания контрольной работы имеют градацию по сложности;
- 3) студент имеет возможность при сдаче модульного контроля либо воспользоваться конспектом и справочной литературой (печатной), либо применять только полученные знания без вспомогательных материалов. В случае если студент все же решил воспользоваться «помощью», его итоговая оценка по данному модульному контролю будет иметь понижающий коэффициент, например 0,7.

Оценка по управляемой самостоятельной работе студента ( $O^{УСР}$ ) включает в себя две составляющие:  $O_{ЛК}^{УСР}$  – оценку по темам лекционного материала (весовой коэффициент равен 0,4) и  $O_{ПЗ}^{УСР}$  – оценку по темам практического материала (весовой коэффициент равен 0,6).

Управляемая самостоятельная работа по темам лекционного материала проводится в виде рефератов с последующей их защитой, а по темам практического материала – представляет собой выполнение индивидуальных практических заданий (по вариантам). На определение оценки по УСР влияет не только качество выполнения заданий, но и сроки предоставления результатов на проверку:

- досрочная сдача – повышающий коэффициент  $k = 1,25$ ;
- своевременная сдача – коэффициент  $k = 1$ ;
- несвоевременная сдача (опоздание до 4 недель) – понижающий коэффициент  $k = 0,75$ ;
- несвоевременная сдача (опоздание свыше 4 недель) – понижающий коэффициент  $k = 0,5$ .

Так, например, студент защитил рефераты по УСР по лекционному материалу досрочно на оценку 7, а индивидуальные задания по практическому материалу сдал с опозданием до 4 недель, получив при этом оценку 6. Тогда оценка по УСР по лекционному материалу  $O_{ЛК}^{УСР} = 1,25 \cdot 7 = 8,75 \approx 9$ , оценка по УСР по практической части  $O_{ПЗ}^{УСР} = 0,75 \cdot 5 = 3,75 \approx 4$ , и в итоге оценка по управляемой самостоятельной работе студента за семестр будет равна  $O^{УСР} = 0,4 \cdot 9 + 0,6 \cdot 4 = 6$ .

Еще одним компонентом ОУС является «бонус». Дополнительные бонусные баллы студент может получить за участие в предметной олимпиаде, за подготовку доклада на научную конференцию, за публикации в научных журналах и сборниках статей и т. д.

## 2. Реализация модели в MS Excel

В связи с тем, что оценка успеваемости студента за семестр (ОУС) является многокомпонентной величиной, возникла необходимость автоматизации процесса ее подсчета. Для этого мы воспользовались возможностями табличного процессора MS Excel.

Все составляющие ОУС собраны в одной книге Excel, содержащей шесть листов:

- 1) Лист 1 – «оценки по ЛК» – содержит оценки по лекционным занятиям по каждому модулю, т. е. значения  $O_k^{LK}$ , которые вычисляются по формуле = СРЗНАЧА (значение1; [значение2]; ...) (текстовые значения интерпретируются как 0);
- 2) Лист 2 – «оценки по ПЗ» – содержит оценки по практическим занятиям по каждому модулю, т. е.  $O_k^{ПЗ}$ , для подсчета которых применяется та же функция;
- 3) Лист 3 – «модульный контроль» – включает оценки по k-му модульному контролю  $O_k^{МК}$ ;
- 4) Лист 4 – «оценки по модулям» – позволяет разделить значения  $O_k^M$ , используя для этого, например, следующую формулу:  

$$=0,15* \text{оценки по ЛК}!F5+0,25* \text{оценки по ПЗ}!G5+0,6*(\text{ЕСЛИ}(\text{'Модульный Контроль'}!C4 = \text{'н'};0;\text{'Модульный Контроль'}!C4));$$
- 5) Лист 5 – «оценки по УСРС» – содержит результаты управляемой самостоятельной работы студента  $O_{LK}^{УСР}$ ,  $O_{ПЗ}^{УСР}$  и значение итоговой оценки по УСР ( $O^{УСР}$ ). Кроме того, здесь учитывается и то, что если студентом не представлен хотя бы один из видов УСР, согласно правилам аттестации, студент в итоге имеет «недопуск». Например,

- в ячейке G5 введена формула  

$$=ЕСЛИ(\$C5>0;1,25*\$C5;ЕСЛИ(\$D5>0;1*\$D5;ЕСЛИ(\$E5>0;0,75*\$E5;ЕСЛИ(\$F5>0;0,5*\$F5;«недопуск»))));$$

- в ячейке L5 стоит формула  

$$=ЕСЛИ(\$H5>0;1,25*\$H5;ЕСЛИ(\$I5>0;1*\$I5;ЕСЛИ(\$J5>0;0,75*\$J5;ЕСЛИ(\$K5>0;0,5*\$K5;«недопуск»))));$$
- в ячейке M5 используется формула  

$$=ЕСЛИ(ИЛИ(\$G5=«недопуск»;L5=«недопуск») = ИСТИНА;«недопуск»;0,4*\$G5+0,6*\$L5);$$

6) Лист 6 – «итоговая ОУС» – позволяет вывести итоговую оценку успеваемости студента за семестр. На этом листе содержатся величины  $O^M$  (средняя арифметическая оценок по всем модулям семестра),  $O^{УСР}$  (оценка по управляемой самостоятельной работе студента); Б – бонусные баллы, итоговая ОУС и столбец «допуск». Например,

- в столбце  $O^M$  (ячейка C3) введено = 'оценки по модулям'!\$G3;
- в столбце  $O^{УСР}$  (ячейка D3): =ЕСЛИ('оценки по УСРС'!\$M5= «недопуск»;0;'оценки по УСРС'!\$M5);
- в столбце «Бонус» выставляются дополнительные, бонусные баллы;
- в столбце «ОУС» (ячейка F3) стоит формула =0,8\*\$C3+0,2\*\$D3+\$E3;
- в столбце «допуск» (ячейка G3) определяет допуск студента к текущей аттестации:  

$$=ЕСЛИ(ИЛИ('оценки по УСРС'!$M5=«недопуск»;ИЛИ('оценки по модулям'!C3<2;'оценки по модулям'!D3<2;'оценки по модулям'!E3<2;'оценки по модулям'!F3<2))= ИСТИНА; ИЛИ(ЕНД(ПРОСМОТР(«н»; 'оценки по ПЗ'!$C4:$X4)=«н»)=ЛОЖЬ))=ИСТИНА; «недопуск»;»допуск»).$$

Образцы листов представлены ниже на рисунках (рисунки 2, 3, 4, 5, 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1			06.02.2017	08.02.2017	10.02.2017		14.02.2017	15.02.2017	20.02.2017	27.02.2017	07.03.2017		16.03.2017	20.03.2017	27.03.2017	04.04.2017		12.04.2017	25.04.2017	10.05.2017			
2			модуль 1				модуль 2					модуль 3				модуль 4							
3			ЛК	ЛК	ЛК	$O_1^{LK}$	ЛК	ЛК	ЛК	ЛК	ЛК	$O_2^{LK}$	ЛК	ЛК	ЛК	ЛК	$O_3^{LK}$	ЛК	ЛК	ЛК	$O_4^{LK}$		
4	1	Александров А. А.	5	7	6	6	6	6	6	6	8	6	8	7	6	6	7	7	5	8	7		
5	2	Борисов Б.Б.	6	5	6	6	7	6	6	7	8	7	5	8	7	8	7	8	8	8	8		
6	3	Васильев В.В.	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4		
7	4	Иванов И.И.	5	5	5	5	н	н	6	6	6	4	5	6	5	5	5	6	6	7	6		
8	5	Смирнов С.С.	3	4	4	4	3	4	5	4	н	3	5	4	4	4	4	5	5	4	5		

= средней арифметической оценок по ЛК по данному модулю; n=0

Рисунок 2 – Оценки по ЛК



### 3. Второй вариант математической модели

Кроме уже рассмотренной модели определения оценки успеваемости студента по дисциплине за семестр можно предложить еще один вариант математической модели:

$$\text{ОУС} = 0,1 \cdot \text{О}^{\text{ЛК}} + 0,2 \cdot \text{О}^{\text{ПЗ}} + \\ + 0,5 \cdot \text{О}^{\text{МК}} + 0,2 \cdot \text{О}^{\text{УСР}} + \text{Б},$$

где  $\text{О}^{\text{ЛК}}$  – средняя арифметическая оценка по всем лекционным занятиям семестра;

$\text{О}^{\text{ПЗ}}$  – средняя арифметическая оценка по всем практическим занятиям семестра;

$\text{О}^{\text{МК}}$  – средняя арифметическая по всем модульным контролям семестра;

$\text{О}^{\text{УСР}}$  – средневзвешенная оценка по управляемой самостоятельной работе студента (весовые коэффициенты аналогичны предыдущей модели);

Б – бонусные баллы.

Отличие этой модели в том, что величины  $\text{О}^{\text{ЛК}}$  и  $\text{О}^{\text{ПЗ}}$  являются компонентами текущего контроля и определяются по всем занятиям семестра, а не как средние значения соответствующих оценок по отдельным модулям, т. е. уменьшается количество составляющих, а именно – отсутствуют  $\text{О}_k^{\text{ЛК}}$  и  $\text{О}_k^{\text{ПЗ}}$ .

Аналогичным образом для данной модели произведена автоматизация процесса выведения ОУС в MS Excel. В этом случае книга содержит 5 листов: «оценки по ЛК», «оценки по ПЗ», «модульный контроль», «оценки по УСР» и «итоговая ОУС».

Следует отметить, что обе эти модели согласуются за счет корректировки весовых коэффициентов, т. е. для одинакового набора исходных данных итоговый результат (ОУС) будет идентичным. В следующей таблице 1 приведен результат подсчета оценки успеваемости студента за семестр и по первой, и по второй модели.

Таблица 1 – Сравнение моделей

модель	$\text{О}_k^{\text{ЛК}}$			$\text{О}_k^{\text{ПЗ}}$			$\text{О}^{\text{ЛК}}$	$\text{О}^{\text{ПЗ}}$	$\text{О}^{\text{МК}}$	$\text{О}^{\text{М}}$	$\text{О}^{\text{УСР}}$	Б	ОУС				
1	6	6	7	7	6	6	6	–	–	4	5	5	4	5	8	1	7
2	–	–	–	–	–	–	–	6	6	4	5	5	4	–	8	1	7

### Заключение

Система контроля в модульно-рейтинговой технологии организации учебного процесса позволяет более объективно оценивать знания студентов, мотивирует их к систематической, регулярной работе на протяжении всего семестра и значительно активизирует работу как студента, так и преподавателя. Конечно, со стороны преподавателя это требует больших временных затрат, поскольку приходится отслеживать и оценивать все виды учебно-познавательной деятельности студента. Однако тщательная подготовка, четкая организация и применение информационных технологий (автоматизация) значительно упрощают данный процесс.

### Литература / References

1. Глинская, Е.В. Влияние использования модульно-рейтинговой системы обучения на успеваемость студентов [Электронный ресурс] / Е.В. Глинская // Наука и образование МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал. – 2013. – Вып. 4. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/548347.html>. – Дата доступа: 16.03.2017.  
Glinskaya, Ye.V. Vliyaniye ispol'zovaniya modul'no-reytingovoy sistemy obucheniya na uspeyayemost' studentov [Electronic resource] / Ye.V. Glinskaya // Nauka i obrazovaniye MG TU im. N.E. Bauman. Elektronnyy zhurnal. – 2013. – Vyp. 4. – Mode of access: <http://technomag.bmstu.ru/doc/548347.html>. – Date of access: 16.03.2017.
2. Соболев, С.К. Рейтинговая система оценки знаний: общие и выбор параметров [Электронный ресурс] / С.К. Соболев // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014. – Вып. 1. – Режим доступа: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/1191.html>. – Дата доступа: 13.02.2017.  
Sobolev, S.K. Reytingovaya sistema otsenki znaniy: obshchiye i vybor parametrov [Electronic resource] / S.K. Sobolev // Inzhenernyy zhurnal: nauka i innovatsii. – 2014. – Vyp. 1. – Mode of access: <http://engjournal.ru/catalog/pedagogika/hidden/1191.html>. – Date of access: 13.02.2017.
3. Хорькова, Н.Г. Особенности модульно-рейтинговой системы организации преподавания дисциплин профессионального цикла в техническом университете [Электронный ресурс] / Н.Г. Хорькова // Гуманитарный вестник. – 2015. – Вып. 4. – Режим доступа: <http://hmbul.ru/articles/231/html/index.html#1/z>. – Дата доступа: 26.02.2017.  
Khor'kova, N.G. Osobennosti modul'no-reytingovoy sistemy organizatsii prepodavaniya distsiplin professional'nogo tsikla v tekhnicheskom universitete [Electronic resource] / N.G. Khor'kova // Gumanitarnyy vestnik. – 2015. – Vyp. 4. – Mode of access: <http://hmbul.ru/articles/231/html/index.html#1/z>. – Date of access: 26.02.2017.