

Д.А. Модяев

МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УРОВНЕВЫХ ДИСЦИПЛИН

Аннотация. В статье предложены и обоснованы методы разработки уровневых дисциплин, используемых при обучении в режиме индивидуальных образовательных траекторий. В ходе образовательного процесса осуществляется управление уровнями сложности задач и объемами заданий при выполнении практических и лабораторных работ. Соотнесение с уровнями обучения осуществляется индивидуально для каждого из обучаемых по результатам контрольных мероприятий, проводимых перед выполнением практических занятий.

Ключевые слова: индивидуальные образовательные траектории, уровневые дисциплины, динамические группы, информатика.

D.A. Modyaev

MODELS, METHODS AND MEANS OF ORGANIZING THE EDUCATIONAL PROCESS USING LEVEL DISCIPLINES

Abstract. The article proposes and substantiates the methods for the development of level disciplines used in teaching in the mode of individual educational trajectories. During the educational process, the levels of complexity of tasks and the volume of tasks are managed when performing practical and laboratory work. The correlation to the levels of training is carried out individually for each of the trainees based on the results of control measures conducted before practical training.

Keywords: individual educational trajectories, level disciplines, dynamic groups, computer science.

Введение

Устойчивой тенденцией развития высшего образования является переход к инновационным формам обучения, реализующим индивидуальные образовательные траектории (далее – ИОТ) в учебном процессе. Благодаря этому становится возможным шире учитывать потребности и предпочтения обучающихся [1–6].

Уровневое обучение и его особенности

Один из способов реализации ИОТ заключается в организации уровневого обучения. Основной особенностью уровневых дисциплин является их адаптация к степени успешности освоения учебного материала обучающимися. В этом случае обучение ведется в различных подгруппах по отличающимся по сложности и объемам программам. Отнесение обучающихся к тому или иному уровню и, соответственно, переход в подгруппу соответствующего уровня осуществляются в течение семестра по результатам текущих контрольных мероприятий. В результате оказывается возможным регулировать уровни сложности задач и объемы заданий, которые предъявляются к обучаемым в той или иной подгруппе в процессе обучения.

Действительно, если предъявить всем обучающимся одинаковые по уровню сложности задачи и одинаковые по объему задания, рассчитанные на средний уровень текущей подготовки, то в результате их выполнения обучающиеся с высоким уровнем подготовки не смогут в полной мере повысить свой уровень знаний, умений и навыков, потому

Модяев Дмитрий Александрович

магистрант кафедры информационных систем и технологий, Российский новый университет, Москва. Сфера научных интересов: компьютерные информационно-образовательные системы. Электронный адрес: modyaev2001@yandex.ru

что потенциально могли бы решить более трудные задачи и выполнить задания большего объема. Обучающиеся с низким уровнем подготовки значительную часть работ не смогут выполнить. Тем самым они практически не приобретут умений и навыков, а тем более дополнительных знаний.

Сказанное выше можно также проиллюстрировать зависимостью, приведенной на Рисунке 1 [7].

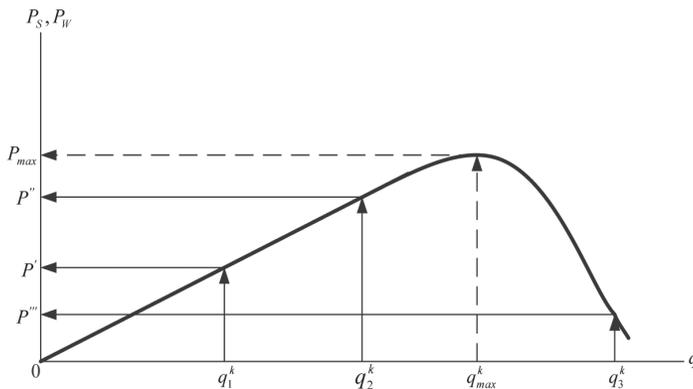


Рисунок 1. Изменение уровня умений и навыков обучающегося в зависимости от уровня сложности задач и объемов заданий

Источник: [7].

Здесь по оси ординат отложены значения уровней умений и навыков, приобретаемых обучаемым при проведении внелекционных видов учебных занятий (например, семинаров S и лабораторных работ W). На оси абсцисс расположены значения уровней q сложности задач и объемов заданий, предъявляемых k -му обучаемому на семинарах и при выполнении лабораторных работ. Приведенная нелинейная зависимость качественно отражает процесс приобретения умений и навыков каждым из обучаемых. Отсюда следует, что повышение значения q (то есть интенсификация процесса обучения, увеличение учебной нагрузки на обучаемого) способствует повышению приобретаемого уровня умений и навыков. Действительно, при $q_2^k > q_1^k$ получаем $P'' > P'$. При превышении значения q некоторого максимально допустимого значения эффективность процесса обучения резко падает. В результате при $q_3^k > q_{max}^k$ получаем $P''' < P'$. Такие режимы обучения в принципе недопустимы. Поэтому при выполнении обучаемыми внелекционных видов учебных занятий необходим индивидуальный подбор значения q^k

(близкий по значению к q_2^k). Его конкретное значение будет обусловлено прежде всего уровнем знаний обучаемого.

В работе [7] приводятся экспериментальные данные, подтверждающие наличие в учебной группе обучаемых с различными динамическими характеристиками. Диаграмма (см. Рисунок 2) показывает группирование обучаемых по различным кластерам, различающимся моделями поведения. Здесь отражены типичные результаты статистического анализа знаний, приобретаемых обучаемыми на лекциях в течение семестра. На диаграмме в координатах (средний уровень знаний; среднеквадратическое отклонение уровня знаний) нанесены точки, соответствующие каждому из обучаемых, причем обучаемым различных кластеров присвоены разные обозначения.

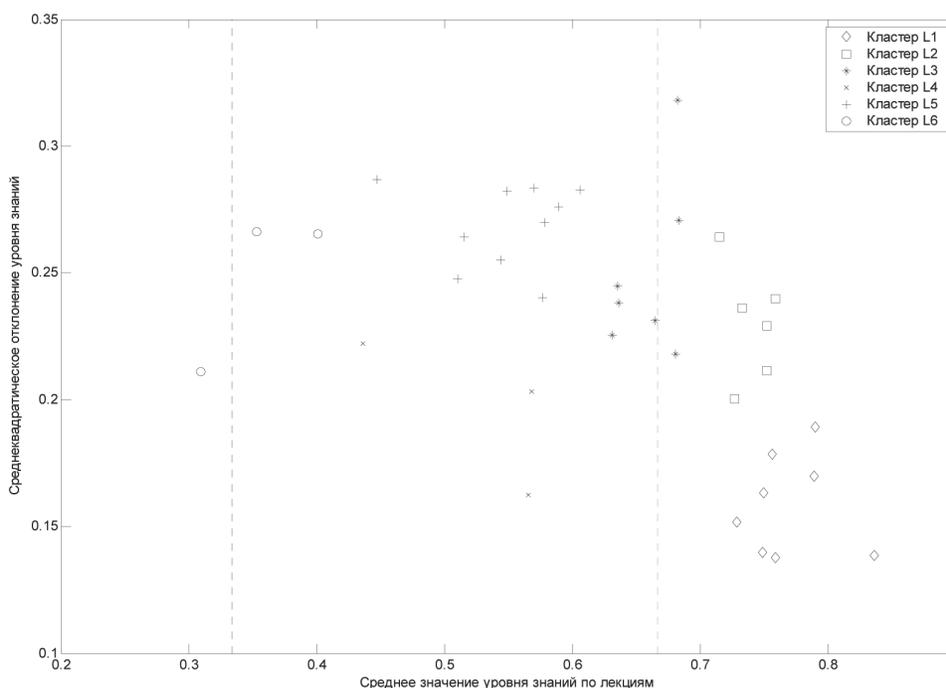


Рисунок 2. Диаграмма распределения обучаемых по кластерам

Источник: [7].

Из диаграммы следует, что обучаемым из кластеров L1, L2, обладающим стабильно высоким уровнем знаний, можно при выполнении практических занятий давать задачи повышенной сложности и задания увеличенных объемов. Обучаемым из кластеров L3, L4, отличающимся нестабильными параметрами обучения, возможно чередовать задачи повышенной и средней сложности и объемов. Следует отметить, что необходимо создавать дополнительную мотивацию таких обучаемых к повышению успешности обучения, – это позволит им переместиться правее по диаграмме. В определенной степени к этой группе обучаемых можно отнести часть кластера L5. Обучаемые из кластера L6 и оставшейся части кластера L5 обладают невысокой успешностью обучения и малой склонностью к ее изменению. Им следует предъявлять задачи невысокой сложности и малых объемов, но не ниже требований учебного плана.

Механизм обучения при использовании двух уровней

В этом случае в режиме ИОТ исходная группа обучаемых делится на две подгруппы, в которых обучение проводится отдельно: в одной подгруппе по программе основного уровня, а в другой – по программе углубленного уровня. Эти подгруппы образуют динамические группы, поскольку их состав может изменяться в процессе обучения. Механизм формирования динамических групп показан на Рисунке 3. Исходная группа из N студентов разбивается на две подгруппы численностью n_1 и n_2 , которые и образуют динамические группы. Исходный состав динамических групп в начале первого семестра формируется по результатам исходных отборочных мероприятий В, включающих анкетирование и тестирование студентов. В дальнейшем в процессе обучения будет возможен переход студентов между уровнями, что обуславливает изменение как состава, так и численности динамических групп.

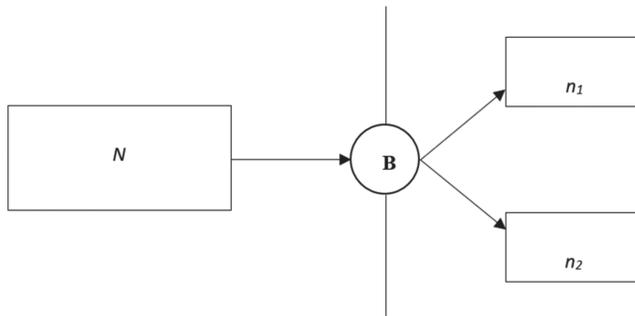


Рисунок 3. Формирование динамических групп

Источник: здесь и далее рисунки выполнены автором.

Управление процессом обучения уровневой дисциплине заключается, во-первых, в предъявлении первой динамической группе в составе n_1 студентов задач основного уровня сложности q_{s1} и заданий основного объема q_{w1} . Студентам, обучающимся во второй динамической группе по программе углубленного уровня численностью n_2 , предъявляются задачи повышенного уровня сложности q_{s2} и задания большего объема q_{w2} . Выходными величинами P_1 и P_2 являются оценки результатов обучения в соответствующих динамических группах, что показано на Рисунке 4. Здесь отражена возможность переходов студентов из одной динамической группы в другую.

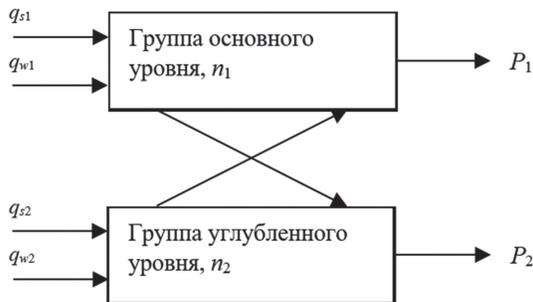


Рисунок 4. Управление сложностью задач и объемами заданий в динамических группах

Источник: таблица составлена автором

Переходы студентов из одной динамической группы в другую и обратно в основном имеют место для обучаемых из кластеров L3 и L4.

Применительно к уровневой дисциплине «Информатика», имеющей два уровня (основной и углубленный), программа обучения представлена в Таблице.

По оценкам преподавателей, разрабатывавших задачи для уровневой дисциплины «Информатика», сложность задач углубленного уровня q_{s2} превышает сложность задач основного уровня q_{s1} примерно на 20 %, поэтому можно считать, что в относительных единицах на входе каналов управления сложностью задач имеет место соотношение $q_{s2} = 1,20q_{s1}$. Количество заданий на углубленном уровне q_{w2} , как следует из Таблицы, за четыре семестра обучения превышает количество заданий основного уровня в 1,18 раза. На входе каналов управления объемами заданий получим соотношение $q_{w2} = 1,18 q_{w1}$.

Тогда

$$q_{s2}/q_{s1} = 1,20; q_{w2}/q_{w1} = 1,18. \quad (1)$$

Таблица

Программа обучения

Основной уровень		Углубленный уровень	
Содержание	Контроль	Содержание	Контроль
1-й семестр			
Основы программирования на языке Си, ветвления, циклы. Вычисления, массивы и указатели. Функции, передача параметров, рекурсия	3 раздела, 10 тем, 20 заданий, 13 тестов	Основы программирования на языке Си, ветвления, циклы, оптимизация вычислений. Вычислительные методы. Массивы указатели, адресная арифметика. Функции, передача параметров, рекурсия. Символы, кодировки, строки и файлы	3 раздела, 10 тем, 20 заданий, 13 тестов
2-й семестр			
Функции и массивы. Файлы. Сортировка массивов. Многомерные массивы. Структуры	3 раздела, 8 тем, 16 заданий, 11 тестов	Динамическая память. Сортировка массивов. Многомерные массивы. Векторные и матричные вычисления. Структуры. Динамические структуры данных. Списки, деревья, хеширование	3 раздела, 10 тем, 20 заданий, 13 тестов
3-й семестр			
Структурированные динамические данные. Основы объектно-ориентированного программирования на языке Си++: классы и абстракции данных, наследование, полиморфизм	2 раздела, 8 тем, 16 заданий, 10 тестов	Объектно-ориентированное программирование на Си++. Перегрузка операций. Иерархия объектов и наследование. Виртуальные методы. Полиморфизм. Шаблоны и библиотеки	2 раздела, 8 тем, 20 заданий, 10 тестов
4-й семестр			
Основы программирования на одном из языков высокого уровня: Python, C++, Fortran (по выбору)	2 раздела, 6 тем, 12 заданий, 8 тестов	Прикладное программирование на языках программирования высокого уровня: Python, C++, Fortran (по выбору)	2 раздела, 8 тем, 16 заданий, 10 тестов

Источник: таблица составлена автором.

Обратимся к рассмотрению статистических данных уровневой информатики, полученных по итогам аттестации студентов на первом семестре в институтах ИЯФиТ (Институт ядерной физики и технологий) и ЛаПлаз (Институт плазменных технологий) НИЯУ МИФИ (см. Рисунок 5 а, б). Итоговыми величинами здесь являются распределение студентов по степени успешности обучения и усредненные значения среднего балла по результатам аттестации при завершении семестра. Полученные значения среднего балла можно выбрать в качестве величин P_1 и P_2 .

Выберем приращение показателя ΔP в относительных единицах в качестве обобщённого показателя эффективности уровневого обучения. Поскольку вклад в итоговое значение величины P_2 аддитивен, приращение показателя ΔP примет вид

$$\Delta P = \Delta P_s + \Delta P_w. \tag{2}$$

Приращение, обусловленное влиянием первого канала в относительных единицах,

$$\Delta P_s = [(q_{s2}/q_{s1}) P_2/P_1] - 1. \tag{3}$$

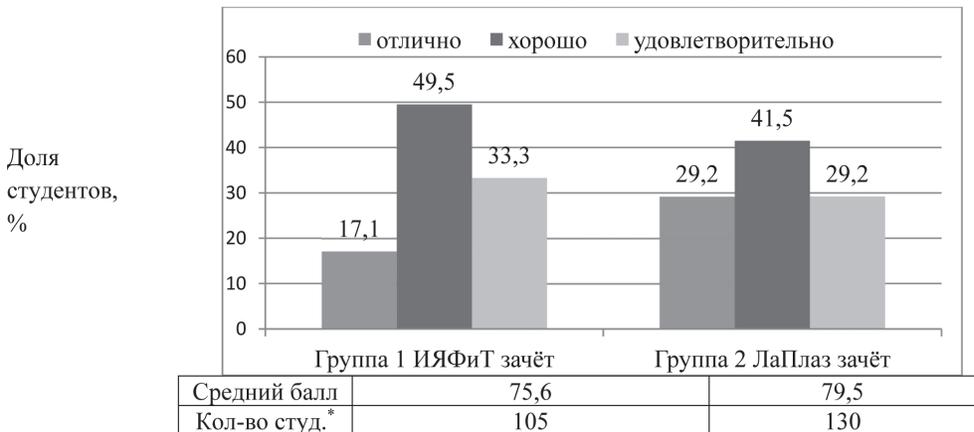
Аналогично для второго канала получим:

$$\Delta P_w = [(q_{w2}/q_{w1}) P_2/P_1] - 1. \tag{4}$$

Исходя из данных Рисунка 5, для студентов ИЯФиТ значения $P_1 = 75,6$ и $P_2 = 71,2$ соответственно. Подставляя эти значения в соотношения (3), (4) с учетом (1) найдем значение обобщенного показателя эффективности уровневой дисциплины:

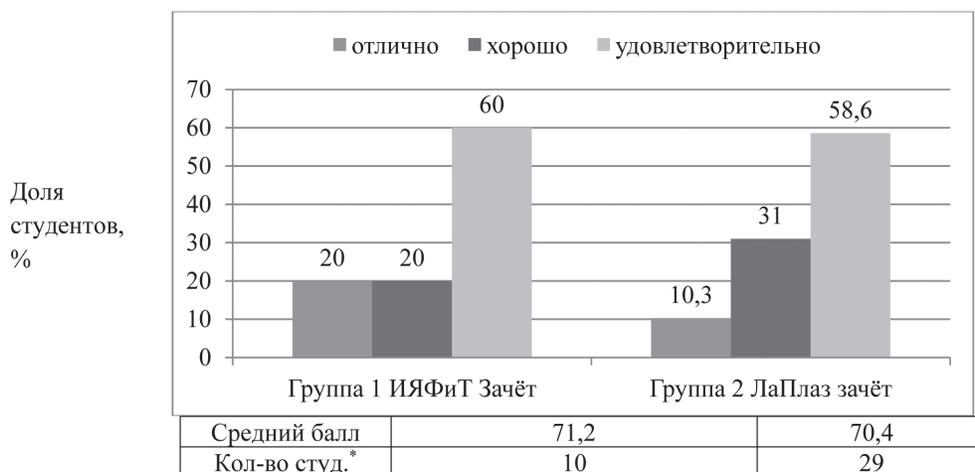
$$\Delta P = \Delta P_s + \Delta P_w = (0,13 + 0,11) \times 100\% = 24 \%$$

Аналогичные результаты имеют место при обучении уровневой информатике студентов института ЛаПлаз.



* – учитываются только студенты, успешно сдавшие зачет/экзамен с первой попытки (без пересдач).

Рисунок 5 а. Статистические данные результатов обучения по информатике студентов основного уровня после окончания первого семестра (2023/24 учебный год)



* – учитываются только студенты, успешно сдавшие зачёт/экзамен с первой попытки (без пересдач).

Рисунок 5 б. Статистические данные результатов обучения по информатике студентов углубленного уровня после окончания первого семестра (2023/24 учебный год)

Заключение

Полученные практические результаты подтверждают правильность основных положений для разработки уровней дисциплин и показывают эффективность их применения в учебном процессе

Отметим, что полученные результаты предполагают линейность в обоих каналах управления. Превышение учебной нагрузки студентов свыше допустимой может привести к возникновению нелинейных режимов, что отрицательно повлияет на процесс обучения.

Литература

1. Цилицкий В.С., Богачев А.Н., Столбова Е.А., Пташко Т.Г., Перебейнос А.Е. Управление персонализацией образовательного процесса через проектирование и реализацию индивидуальных образовательных траекторий // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10. № 4 (37). С. 244–247. EDN TKSFEQ. DOI: 10.26140/anip-2021-1004-0058
2. Гринишкун В.В., Заславский А.А. Отечественный и зарубежный опыт организации образовательного процесса на основе построения индивидуальных образовательных траекторий // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2020. № 1 (51). С. 8–15. EDN GXILDI. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.51.1.01.
3. Краснопеева Т.О., Шевченко А.И., Гураль С.К. Проектирование индивидуальных образовательных траекторий в информационной образовательной среде // Язык и культура. 2020. № 51. С. 153–176. EDN UWWAOO. DOI: 10.17223/19996195/51/8
4. Шумейко А.А. Проектирование индивидуальных образовательных траекторий студентов с использованием ресурсов образовательной среды // Современное педагогическое образование. 2023. № 1. С. 282–285. EDN BQLXJZ.
5. Востриков Е.И., Беришева Е.Д., Бушуев М.В., Чудасова Т.Д. Формирование индивидуальной образовательной траектории в электронной информационно-образовательной среде университе-

та // *Primo Aspectu*. 2023. № 2 (54). С. 77–81. EDN WGZXFМ. DOI: 10.35211/2500-2635-2023-2-54-77-81

6. Климова Т.А., Ким А.Т., Отт М.А. Индивидуальные образовательные траектории студентов как условие качественного университетского образования // *Университетское управление: практика и анализ*. 2023. Т. 27. № 1. С. 23–33. EDN NCENRO. DOI: 10.15826/umpa.2023.01.003

7. Леонова Н.М., Марковский М.В. Имитационные математические модели процессов адаптивного управления образовательной деятельностью : Монография. М. : МИФИ, 2006. 123 с. ISBN 5-7262-0730-0.

References

1. Tsilitskii V.S., Bogachev A.N., Stolbova E.A., Ptashko T.G., Perebeinos A.E. (2021) Management of personalization of the educational process through design and implementation of individual educational trajectories. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*. Vol. 10. No. 4 (37). Pp. 244–247. DOI: 10.26140/anip-2021-1004-0058 (In Russian).
2. Grinshkun V.V., Zaslavsky A.A. (2020) Domestic and foreign experience in organizing the educational process based on the construction of individual educational trajectories. *MCU journal of informatics and informatization of education*. No. 1 (51). Pp. 8–15. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.51.1.01 (In Russian).
3. Krasnopeeva T.O., Shevchenko A.I., Gural S.K. (2020) Design of individual educational trajectories in the information educational environment. *Language and Culture*. No. 51. Pp. 153–176. DOI: 10.17223/19996195/51/8 (In Russian).
4. Shumeyko A.A. (2023) Designing individual educational trajectories of students using the resources of the educational environment. *Modern Pedagogical Education*. No. 1. Pp. 282–285. (In Russian).
5. Vostrikov E.I., Berisheva E.D., Bushuev M.V., Chudasova T.D. (2023) Development of an individual educational trajectory in the electronic information and educational environment of the university. *Primo Aspectu*. No. 2 (54). Pp. 77–81. DOI: 10.35211/2500-2635-2023-2-54-77-81 (In Russian).
6. Klimova T.A., Kim A.T., Ott M.A. (2023) Students' individual educational trajectories as a condition for high-quality university education. *University Management: Practice and Analysis*. Vol. 27. No. 1. Pp. 23–33. DOI: 10.15826/umpa.2023.01.003 (In Russian).
7. Leonova N.M., Markovskii M.V. (2006) *Imitatsionnye matematicheskie modeli protsessov adaptivnogo upravleniya obrazovatel'noi deyatel'nost'yu* [Simulation mathematical models of processes of adaptive management of educational activity] : Monograph. Moscow : MIFI Publ. 123 p. ISBN 5-7262-0730-0. (In Russian).