

АЛГОРИТМ МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ ПОТОКОВЫХ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОЦЕНКЕ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ

Смоленцева Т.Е.¹

¹ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва, e-mail: smolenceva@mirea.ru

В статье проведен анализ классификации учебных дисциплин. На основе проведенного анализа выявлены критерии, оказывающие влияние на определение принадлежности учебной дисциплины к тому или иному классу. Проблема заключается в отсутствии однозначно интерпретируемой классификации, т.е. принадлежности дисциплины к тому или иному подклассу, позволяющей выработать единые инструкции (рекомендации) для организации учебного процесса. Целью статьи является разработка алгоритма классификации потоковых дисциплин с возможностью применения технологии непрерывной оценки остаточных знаний, значимость которой в рассматриваемой группе дисциплин обусловлена формированием единого подхода (системы) организации учебного процесса и проведением промежуточной и итоговой аттестации. Предложением решения проблемы служит модель классификации с описанием входного набора критериев и целевой функцией. Предложены группы критериев: количество параллельных потоков, число участников процесса изучения учебной дисциплины, количество структурных подразделений, учебных групп. Предложенная в статье модель позволит осуществить классификацию потоковых дисциплин с целью разработки рекомендаций организации учебного процесса для многопотоковых дисциплин и формирования единого подхода на всех этапах изучения, включая проведение оценки остаточных знаний. В заключение статьи рассмотрен вариант использования модели классификации на примере потоковых дисциплин кафедры прикладной математики.

Ключевые слова: учебный процесс, классификация учебных дисциплин, потоковые дисциплины, критерии классификации, параллельные потоки.

THE ALGORITHM OF THE FLOW DISCIPLINE CLASSIFICATION MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THE ASSESSMENT OF RESIDUAL KNOWLEDGE

Smolentseva T.E.¹

¹MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: smolenceva@mirea.ru

The article analyzes the classification of academic disciplines. Based on the analysis, criteria have been identified that influence the determination of the affiliation of an academic discipline to a particular class. The problem lies in the lack of an unambiguously interpretable classification, i.e. the belonging of a discipline to a particular subclass, which makes it possible to develop uniform instructions (recommendations) for the organization of the educational process. The purpose of the article is to develop an algorithm for the classification model of flow disciplines with the possibility of using technology for continuous assessment of residual knowledge in the considered group of disciplines. The proposed solution to the problem is a classification model with a description of the input set of criteria and an objective function. Groups of criteria are proposed: the number of parallel streams, the number of participants in the learning process, the number of structural units, study groups. Based on the results of the model description, the article proposes an algorithm for the classification model with clarification of practical significance, namely, in assessing the residual knowledge of students of flow disciplines. The model proposed in the article will allow for the classification of stream disciplines in order to develop recommendations for the organization of the educational process for multi-stream disciplines and the formation of a unified approach at all stages of study, including the assessment of residual knowledge. In the conclusion of the article, the option of using the classification model is considered using the example of flow disciplines of the Department of Applied Mathematics.

Keywords: assessment of residual knowledge, classification of academic disciplines, stream disciplines, classification criteria, parallel streams.

Введение. Повышение качества обучения является приоритетной задачей в вопросе совершенствования системы высшего образования. Независимо от типа учебных заведений и специфики реализуемых направлений подготовки данный вопрос имеет важное значение.

В статье рассматривается группа дисциплин на примере высших учебных заведений, относящихся к классу потоковых, поскольку именно в данной группе присутствует ряд вопросов по организации единого подхода и системы оценивания остаточных знаний как в процессе изучения, так и на этапах промежуточной и итоговой аттестации.

Перейдем к формулировке понятия «потоковая дисциплина». Анализ источников по данному вопросу привел к выводу о том, что ключевым фактором (однозначно характеризующим) в определении данного термина является количество учебных групп и что в основе потокового обучения реализуется принцип разделения обучающихся на потоки с одинаковым временем начала обучения [1, 2].

Таким образом, критерием отнесения дисциплины к потоковой является число учебных групп. В свою очередь, число профилей и форма проведения занятий не оказывают влияния на отнесение дисциплины к рассматриваемому типу. Необходимо обратить внимание на ограничения при реализации потоковой дисциплины в учебном заведении, а именно:

- наличие аудиторного фонда образовательного учреждения;
- необходимая «вместимость» обучающихся потока в лекционные аудитории;
- количество аудиторий, отвечающих критерию потоковой дисциплины.

Вариантность потоковых дисциплин в рамках вуза можно представить как:

- число групп больше одной, но при этом один профиль и одна выпускающая кафедра;
- число групп больше одной, но при этом несколько профилей и одна выпускающая кафедра;
- число групп больше одной, и при этом несколько профилей, не одна выпускающая кафедра, разные институты (факультеты).

При этом руководством учебно-научных структурных подразделений при подготовке к учебному процессу не всегда учитываются следующие факторы:

- организация процесса освоения дисциплины в случае нескольких потоков;
- степень вовлеченности профессорско-преподавательского состава (ППС) в учебно-методическое обеспечение дисциплины;
- единый подход к организации процесса изучения дисциплины на всех этапах [3, 4].

Исходя из перечисленных факторов, очевидно, что внутри группы потоковых дисциплин присутствует ряд отличий, оказывающих влияние на организацию учебного процесса. Таким образом, проблема заключается в отсутствии однозначно интерпретируемой классификации, т.е. принадлежности дисциплины к тому или иному подклассу, позволяющей выработать единые инструкции (рекомендации) для организации учебного процесса.

Целью статьи является разработка алгоритма классификации потоковых дисциплин с возможностью применения технологии непрерывной оценки остаточных знаний (ТНООЗ),

значимость которой в рассматриваемой группе дисциплин обусловлена формированием единого подхода (системы) организации учебного процесса и проведением промежуточной и итоговой аттестации.

Отличиями оценки остаточных знаний по потоковым дисциплинам и не относящимся к ним является организация образовательного пространства, единой системы рекомендаций, учебного процесса с применением цифровой образовательной среды. Анализ отличий позволит исключить методические разногласия ППС, сформировать единый банк тестовых заданий, организовать единое образовательное пространство как часть цифровой образовательной среды для своевременной проверки и оценки остаточных знаний.

Описание технологии оценки остаточных знаний на примере потоковых дисциплин с инструментами и элементами для ее реализации, основной целью которой является повышение качества учебного процесса, выходит за рамки данной работы и рассматривается в другой статье автора. В свою очередь, рассматриваемый в данной работе алгоритм классификации учебных дисциплин позволит сформировать представление о применимости технологии оценки остаточных знаний в учебном процессе указанной категории дисциплин.

Материалы и методы исследования

В статье предлагается выделить из категории потоковых дисциплин подкатегорию «многопоточные учебные дисциплины (МУД)» с обоснованием критериев, по которым осуществляется данная классификация. Анализ другой подкатегории – не МУД – выходит за рамки данной статьи. Разрабатываемый алгоритм модели классификации позволит осуществить данное разбиение. Актуальность и значимость выделения такой подкатегории обусловлены сложностью автоматизации и реализации единого подхода к учебному процессу такой группы. С учетом перечисленных факторов отнесения учебной дисциплины (УД) к потоковой автор предлагает дополнение по критериям отбора, а именно не только с учетом числа групп обучающихся, но и с анализом числа профилей, выпускающих кафедр, численности ППС, количества лекций, читаемых разным потокам в единицу временного периода обучения по одной дисциплине. Такой выбор обусловлен влиянием перечисленных показателей на реализацию учебного процесса как на этапе подготовки учебно-методических материалов, так и при проведении оценки остаточных знаний на этапе промежуточной и итоговой аттестации.

Определяющими (основными) критериями МУД являются:

- численность ППС;
- число параллельных потоков;
- количество РПД по профилям;
- количество ФОС по компетенциям.

Выбор указанной группы критериев связан как с приведенными выше отличиями потоковых дисциплин, так и со следующими факторами:

- преподаватели, ведущие лекции в разных потоках по одной дисциплине, могут по-разному методически организовать учебный процесс;
- чем больше параллельных потоков, тем выше вероятность возможных замен преподавателей как во время учебных занятий, так и во время проведения экзаменационной сессии, в связи с этим требования и оценивание должно быть единым и реализовываться в ЦОС;
- число профилей потоковой дисциплины оказывает влияние на количество заданий фонда оценочных средств и, как следствие, на организацию подготовки методических материалов дисциплины в рамках обеспечения единого образовательного пространства.

Для определения принадлежности учебных дисциплин (УД) к классу МУД необходимо определить входной набор критериев, функцию классификации с диапазоном принимаемых значений и порогом, т.е. критерием отнесения к тому или иному классу (рис. 1) [5].

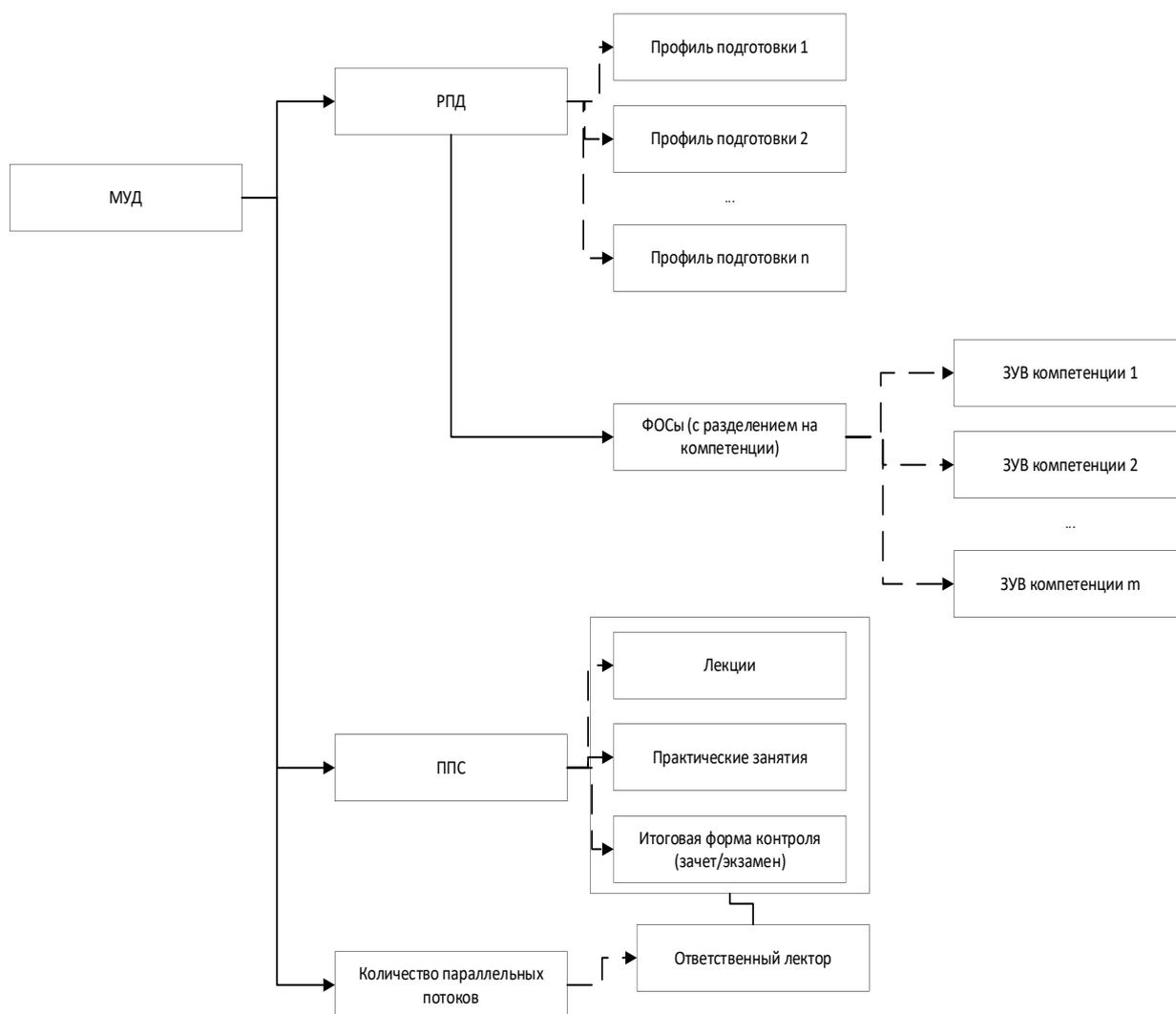


Рис. 1. Взаимосвязь элементов подкатегории МУД

Отношение учебной дисциплины к базовой или вариативной компонентам не оказывает влияния на поток задач как для обеспечения учебными материалами, так и для реализации промежуточного или итогового контроля с оценкой остаточных знаний. В МУД выбор критерия классификации осуществляется не по принципу того, что на лекциях присутствует более одной группы (поскольку часто это могут быть группы одного профиля, поэтому количество учебно-методических и оценочных материалов для них неизменно), а по совокупности наличия элементов МУД [6].

В связи с этим разделение дисциплин на МУД и не относящиеся к ним осуществляем по направлениям:

- число профилей УД;
- число институтов (факультетов) направлений подготовки (профилей);
- численность ППС, задействованного в лекциях потоковой дисциплины;
- численность ППС, задействованного в практических занятиях (лабораторных работах) потоковой дисциплины;
- итоговое количество параллельных потоков, одновременно читаемых по УД.

Остановимся на элементах модели классификации: входные и выходные данные, функция классификации.

В действительности число профилей подготовки оказывает влияние на количество методических материалов, которые готовит ППС по УД. Рассмотренные критерии будут являться входными данными модели классификации. Пример вектора с входным набором критериев представлен в формуле (1):

$$V_k = \langle K, I, P, G, MG, Tl, TP \rangle, \quad (1)$$

где:

K – количество кафедр;

I – количество институтов;

P – число профилей k -ой УД;

G – количество групп;

MG – общее число потоков на основании разделения учебно-методическим отделом;

Tl – число преподавателей, читающих лекции по УД;

TP – число преподавателей, ведущих практические занятия по УД;

k – индекс рассматриваемой дисциплины.

Разделение на количество потоков зависит от аудиторного фонда учебного заведения и вместимости аудитории обучающимися, что тоже определяет принцип разделения.

Входной набор данных формулы (1) может меняться, т.е. размерность вектора зависит от дисциплины (уровня, направления, специфики (ориентированности) образовательного учреждения).

Каждый критерий имеет вес в зависимости от группы по приоритету. В статье приведен пример с разделением на 3 группы (табл. 1) [7].

Таблица 1

Распределение весовых коэффициентов на группы

Группа	Элементы группы	Значение веса коэффициента
Параллельные потоки ($vg_{1j} = 0,4$), <i>vg_{ij} – значение весового коэффициента; i – индекс группы; j – индекс элемента группы</i>	Количество параллельных потоков УД (MG)	$vg_{11} = 0,4$
Число участников процесса изучения УД (ППС, профили) ($vg_{2j} = 0,4$)	Количество профилей УД (P)	$vg_{21} = 0,2$
	Количество ППС, читающих лекции по УД (TL)	$vg_{22} = 0,1$
	Количество ППС, ведущих практические занятия по УД (TP)	$vg_{23} = 0,1$
Количество структурных подразделений, учебных групп ($vg_{3j} = 0,2$)	Количество кафедр (K)	$vg_{31} = 0,1$
	Количество институтов (I)	$vg_{32} = 0,05$
	Количество групп (G)	$vg_{33} = 0,05$

Численные значения весовых коэффициентов определены на основе экспертной оценки. К основным методам выбора весовых коэффициентов можно отнести методы анализа иерархий, логического анализа, расстановки приоритетов, ранжирование критериев по степени важности. В предложенном варианте распределения весовых коэффициентов остановились на усредненных экспертных оценках с учетом приведенных выше отличий и факторов классификации потоковых дисциплин. Экспертами выступали ППС, руководство структурных подразделений и администрация института, которые осуществляли оценку критериев с присвоением соответствующих рангов и делением суммы оценок на количество экспертов без нормирования оценок.

Итоговая сумма всех весовых коэффициентов каждой из групп удовлетворяет условию (2):

$$\sum_{i=1}^Q \sum_{j=1}^P v g_{ij} = 1, \quad (2)$$

где:

Q – количество групп весовых коэффициентов;

P – общее количество критериев i-ой группы.

Распределение весовых коэффициентов на группы обусловлено разной значимостью каждой из групп, а именно больший вес отдан первой группе в связи со значимостью данного критерия в контексте определения и обоснования термина МУД. Вторая группа выделена в связи с оказываемым влиянием численности ППС и профилей в процессе изучения дисциплины и организации проведения как промежуточной, так и итоговой форм контроля.

Целевую функцию можно представить следующим образом (3):

$$Z_k = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^N v g_{ij} * \alpha_\gamma, \quad (3)$$

где:

γ – индекс параметра входного вектора;

k – индекс дисциплины;

N – размерность входного вектора;

α – коэффициент, определяется формулой (4), т.е. бинарная классификация, принимает значения 0 или 1.

$$\alpha_\gamma = \begin{cases} 0, & \text{если элемент показателя группы} = 1 \\ 1, & \text{если элемент показателя группы} > 1 \end{cases} \quad (4)$$

Диапазон принимаемых значений $Z_k \in [0; 1]$.

Таким образом, алгоритм классификации потоковых дисциплин можно представить следующим образом (рис. 2).

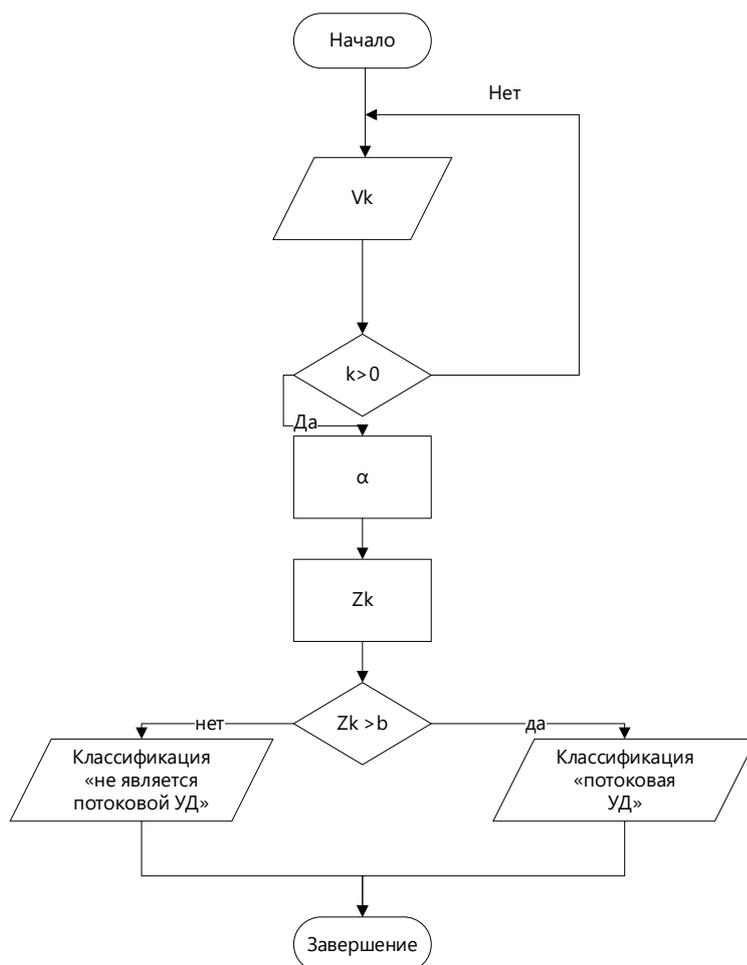


Рис. 2. Алгоритм классификации УД

Алгоритм отражает порядок действий при классификации, а именно определение значений входного вектора дисциплины учебно-научного структурного подразделения с определением коэффициентов (4) и целевой функции (3).

Пороговое значение в алгоритме можно корректировать исходя из специфики и ориентированности образовательного учреждения [8, с. 210–219].

Остановимся на примере дисциплин кафедры прикладной математики (ПМ) РТУ МИРЭА для классификации предложенной модели на примере.

1. ТИМО («Технологии и инструментарий машинного обучения») читается 3-му курсу профилей «Управление данными» и «Анализ данных» кафедры прикладной математики института информационных технологий. На первом профиле на 2024/2025 уч. г. по учебному плану обучаются 2 группы, по второму профилю – 4 группы.

2. ПАС («Проектирование аналитических систем») преподается на 4-м курсе профиля «Анализ данных» кафедры ПМ института информационных технологий и составляет 2 учебные группы.

3. БД («Большие данные») читается всем потокам и профилям университета и охватывает все институты РТУ МИРЭА. Общее число групп – 80, профилей – 31.

4. ТИАБД («Технологии и инструментарий анализа больших данных») ведется на 4-м курсе института информационных технологий, число выпускающих кафедр – 7, профилей – 12.

Расчетные значения и анализ результатов классификации приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты классификации дисциплин

Дисциплина	Входные параметры	Расчет целевой функции	Итоговое значение	Результат классификации
ТИМО	К –1 I –1 P –2 G –6 MG–1 TL –1 TP –2	$Z_1 = 0,1 * 0 + 0,05 * 0 + 0,2 * 1 + 0,05 * 1 + 0,4 * 0 + 0,1 * 0 + 0,1 * 1$	$Z_1 = 0,35$	$0,35 < 0,6$ не является МУД
ПАС	К –1 I –1 P –1 G –2 MG–1 TL –1 TP –2	$Z_2 = 0,1 * 0 + 0,05 * 0 + 0,2 * 0 + 0,05 * 1 + 0,4 * 0 + 0,1 * 0 + 0,1 * 1$	$Z_2 = 0,15$	$0,15 < 0,6$ не является МУД
БД	К –31 I –5 P –31 G –80 MG–17 TL –5 TP –13	$Z_3 = 0,1 * 1 + 0,05 * 1 + 0,2 * 1 + 0,05 * 1 + 0,4 * 1 + 0,1 * 1 + 0,1 * 1$	$Z_3 = 1$	$1 > 0,6$ МУД
ТИАБД	К –7 I –1 P –12 G –49 MG–10	$Z_4 = 0,1 * 1 + 0,05 * 0 + 0,2 * 1 + 0,05 * 1 + 0,4 * 1 + 0,1 * 1 + 0,1 * 1$	$Z_4 = 0,95$	$0,95 > 0,6$ МУД

	TL –9			
	TP –18			

В предложенной модели классификации дисциплин основным критерием выступает не только число потоков лекций, сформированных учебно-методическим управлением, так как оно чаще связано с количеством и вместимостью аудиторного фонда, а совокупность каждого из критериев: количество параллельных потоков, число профилей, институтов и групп, поскольку именно данные критерии оказывают непосредственное влияние на увеличение учебно-методических материалов и оценку остаточных знаний, и в связи с этим повышаются трудозатраты ППС на подготовку и реализацию указанных материалов и мероприятий в процессе изучения учебных дисциплин.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотренный пример предложенной классификации потоковых учебных дисциплин необходим для организации учебного процесса институтских или университетских дисциплин, как, например, для дисциплины «Большие данные», читаемой кафедрой прикладной математики РТУ МИРЭА. Количественно данная дисциплина охватывает 80 групп, 31 профиль, обучающихся более 1600, что не может не оказывать влияния на организацию процесса обучения со стороны всех участников.

По результатам модели классификации, рассмотренной в статье на примере кафедры ПМ, МУД оказалось 8 учебных дисциплин, 2 из которых читаются аспирантам.

Очевидно, что время, затрачиваемое на подготовку учебно-методических материалов (РПД, ФОС, оценка остаточных знаний для итогового и промежуточного контроля), составляет большую часть внеучебной деятельности ППС в целом от всего рабочего времени.

Предложенная в статье модель позволит осуществить классификацию потоковых дисциплин с целью разработки рекомендаций организации учебного процесса для МУД и формирования единого подхода на всех этапах изучения МУД, включая проведение оценки остаточных знаний с применением цифровой образовательной среды [9, 10].

ТНООЗ учебных дисциплин с рассмотрением каждого этапа подробно рассматривалась автором в работе «Технологии искусственного интеллекта в организации и реализации образовательного процесса по программам высшего образования» с докладом на международной конференции «Инженерное образование в цифровом обществе», г. Минск, 2023 г., и публикации автора [11].

Заключение

Решением заявленной в статье проблемы, заключающейся в отсутствии однозначно интерпретируемой классификации, т.е. принадлежности дисциплины к тому или иному

подклассу, позволяющей выработать единые инструкции (рекомендации) для организации учебного процесса, является предложенная модель классификации УД.

Приведенные в статье этапы модели классификации потоковых учебных дисциплин являются частью исследования, посвященного вопросам повышения качества учебного процесса. В классификации смещение акцента на многопоточные учебные дисциплины обусловлено разработкой единой системы рекомендаций, этапов реализации учебного процесса, поскольку в условиях реализации пилотного проекта фундаментальных дисциплин данное направление действительно требует особого внимания; необходимо отметить, что рассмотренный пример структурного подразделения кафедры ПМ в указанном пилотном проекте также имеется в потоковой фундаментальной дисциплине «Системы искусственного интеллекта и большие данные», что оказало значимое влияние на изучение данного вопроса. Предложенная модель необходима для классификации УД с последующей разработкой единой системы рекомендаций для МУД и рассматриваемой ТНООЗ. Значимость данной модели определяется вектором дальнейших действий организации учебного процесса на примере высших учебных заведений.

Список литературы

1. Зорина Н.В., Зорин Л.Б., Файзуллин Р.В. Обобщение опыта преподавания потоковых дисциплин // Цифровая экономика. 4 5(21). 2022. URL: <https://www.researchgate.net/publication/363832937> (дата обращения: 09.01.2025). DOI: 10.34706/DE-2022-05-04.
2. Рябова Н.М. «Состояние потока» в учебной деятельности: трансформация роли преподавателя в формировании мотивации студентов // Современное педагогическое образование. 2024. №1. [Электронный ресурс]. URL: <https://spomagazine.ru/upload/iblock/8f7/wav9rfj32bgl3xcw5szzr4ld17reixdaq/СПО%20№1%202024.pdf> (дата обращения: 13.01.2025).
3. Нечай Е.Е., Синенко А.А. Коммуникация студентов и преподавателей в виртуальном пространстве: вопросы приоритетов // Общество: социология, психология, педагогика. 2022. №12 (104). [Электронный ресурс]. URL: <https://sciup.org/society-spp/2022-12> (дата обращения: 14.01.2025).
4. Смоленцева Т.Е. Анализ многоуровневых иерархических структурных моделей в системе управления качеством образования // Тенденции развития науки и образования. 2018. С. 43-45. DOI 10.18411/lj-12-2018-134.

5. Смоленцева Т.Е. Применение многоуровневых систем в сфере образования // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 45-6. С. 46-47. DOI: 10.18411/lj-12-2018-135.
6. Баженова И.В., Клунникова М.М., Пак Н.И. Интеллектуальная модель оценки уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления обучающихся // Информатика и образование. 2022. Т. 37. № 4. С. 71-79. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-71-79.
7. Маслов С.И. Дидактические основания для классификации учебных предметов в современном образовании // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. 2012. №1-2. С. 80-85. URL:https://tidings.tsu.tula.ru/tidings/pdf/web/preview_therest_ru.php?x=tsu_izv_humanities_2012_01_part_2&year=2012 (дата обращения: 12.03.2025).
8. Бухарова Г.Д., Старикова Л.Д. Общая и профессиональная педагогика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия». 2009. 336 с.
9. Кислякова Ю.Г. Остаточные знания: концептуальный подход // Вестник ИжГТУ. 2013. № 4(60). С. 173-176.
10. Свиридов В.В., Чудинский Р.М., Кочукова М.В. Педагогическая модель контроля остаточных знаний студентов по естественно-научным дисциплинам // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30524> (дата обращения: 05.01.2025). DOI: 10.17513/spno.30524.
11. Buinevich M., Shkerin A., Smolentseva T., Puchkova M. On the Implementation of Residual Knowledge Continuous Assessment Technology in an Educational Organization Using Artificial Intelligence Tools // Proceedings - 2024 4th International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education. TELE 2024. 2024. P. 111–114. DOI: 10.1109/TELE62556.2024.10605664.