

ИНФОРМАЦИОННО-ЭНТРОПИЙНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МАРШРУТА В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В современных условиях развития высшей школы управление индивидуальным образовательным маршрутом (ИОМ) представляется одним из наиболее перспективных направлений реализации принципа непрерывного образования. Развитие и профессиональное самоопределение будущего специалиста возможно на основе нескольких ИОМ, реализуемых одновременно или последовательно [1].

Целью работы является обоснование критериев информационно-энтропийного анализа прогнозирования индивидуального образовательного маршрута в условиях непрерывного образования на современном этапе развития высшей школы.

Структура индивидуального образовательного маршрута включает следующие компоненты [2]:

- целевой (постановка целей получения образования, формулирующихся на основе государственного образовательного стандарта, мотивов и потребностей обучающегося при получении высшего образования);
- содержательный (обоснование структуры и отбор содержания учебных предметов, их систематизация и группировка, установление межцикловых, межпредметных и внутрипредметных связей);
- технологический (определение используемых педагогических технологий, методов, методик, систем обучения и воспитания);
- диагностический (определение системы диагностического сопровождения);
- организационно-педагогический (условия и пути достижения педагогических целей);
- результативный (формулируются ожидаемые результаты).

Основными условиями осуществления образовательной деятельности с помощью ИОМ являются:

- 1) открытость обязательных результатов обучения;
- 2) возможность выбора обучающимися уровня сложности;
- 3) целесообразность сочетания различных форм организации учебной деятельности;
- 4) организация дифференцированной помощи со стороны преподавателя;
- 5) обучение должно стать преимущественно активной самостоятельной деятельностью обучающихся;

б) создание психологического комфорта обучающегося, учет его индивидуальных особенностей.

В таблице 1 представлен ряд важнейших системообразующие факторы формирования ИОМ будущих специалистов в области социально-педагогической деятельности.

Таблица 1 – Системообразующие факторы формирования индивидуальных образовательных маршрутов будущих специалистов

Наименование группы	Факторы, характеризующие область профессиональной деятельности
Развитие предметной области образовательной и профессиональной подготовки будущего специалиста	<ol style="list-style-type: none"> 1. Степень интеллектуализации. 2. Динамический характер развития. 3. Расширение практических приложений. 4. Эволюция фундаментальных парадигм предметной области. 5. Признание приоритетности области профессиональной деятельности в развития науки и социальной практики. 6. Интеграция вузовского и академического секторов науки. 7. Конвергенция области профессиональной деятельности с другими направлениями науками и социальной практики.
Направленность образовательного процесса на освоение области профессиональной деятельности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение роли области профессиональной деятельности в социальной, экономической и мировоззренческой областях. 2. Интеграция области профессиональной деятельности в социально-бытовую сферу. 3. Влияние на социальные коммуникации. 7. Влияние на обеспечение безопасности личности и общества. 8. Гуманизация области профессиональной деятельности
Условия профессиональной компетентности будущего специалиста	<ol style="list-style-type: none"> 1. Профессиональная мобильность. 2. Профессиональная компетентность. 3. Соответствие уровня медиакомпетентности будущего специалиста международным стандартам 4. Владение понятийной базой, понимание причинно-следственных связей в предметных направлениях учебных дисциплин, связанных с профессионально-ориентированной подготовкой. 5. Научно-исследовательская деятельность в профессионально-ориентированных учебных дисциплинах.
Инновации в образовательном процессе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Информационно-образовательная среда. 2. Личностная значимость содержания обучения. 3. Личностно-ориентированные технологии обучения 4. Асинхронные индивидуальные планы. 5. Академическая мобильность студентов. 6. Обновление аспектов образования в соответствии с изменениями в экономике, культуре и науке. 7. Интеграция образования, науки и экономики. 8. Разработка и оценивание образовательных ресурсов с помощью современных информационных технологий.

Каждый из представленных факторов может быть рассмотрен в качестве измерения вектора в n-мерном Евклидовом факторном пространстве признаков, характеризующих ИОМ. Такое факторное пространство обладает некоторой собственной степенью энтропии (H), которая зависит от количества факторов (т.е. n-мерности пространства), степени согласованности и корреляции между ними, отклонения каждого из факторов от максимально возможного значения. Очевидно, что при изменении величины энтропии H от нуля до максимального значения H_{max} величина степени неоднородности H_{max} изменяется от единицы, которой соответствует полная упорядоченность совокупного пространства признаков, до нуля, при котором распределение значений признаков является равновероятным (хаотичным) [3, 4].

В этом случае вероятность оптимизации ИОМ (P_{ИОМоптимум}) каждого обучающегося может быть рассчитана как косинус угла между вектором планируемого маршрута (ИОМ_{проект}) и вектором фактического ИОМ (ИОМ_{факт}), реализуемого в действительности:

$$P_{ИОМ_{оптимум}} = \frac{\sum_{i=1}^n [\text{ИОМ}_{\text{проект}(i)} * \text{ИОМ}_{\text{факт}(i)}]}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n [\text{ИОМ}_{\text{проект}(i)}] \right]^2 * \left[\sum_{i=1}^n [\text{ИОМ}_{\text{факт}(i)}] \right]^2}} \quad (1)$$

Критерии информационно-энтропийного анализа для прогнозирования индивидуального образовательного маршрута будущего специалиста. Динамика ИОМ может быть охарактеризована на основе комплекса информационно-энтропийных критериев [5].

1. Критерий энтропии (H). У.Эшби впервые предложил использовать понятие «энтропии» для характеристики меры сложности системы, сложность которой можно охарактеризовать ее разнообразием, т.е. количеством состояний, которое может принимать ИОМ в условиях своего развития. При оценке энтропии учитывается как абсолютное количество таких состояний, так и вероятность, с которой ИОМ принимает различные состояния. Тогда энтропию ИОМ можно оценить с помощью выражения:

$$H = - \sum_{i=1}^n \left(P_i * \log_2 P_i \right), \quad (2)$$

где P_i – вероятность (или частота) того, что ИОМ принимает i-е состояние из n возможных. Как легко убедиться, максимума эта величина достигает в том случае, когда вероятности принятия ИОМ любого из n возможных состояний равны. В этом случае максимальное значение энтропии для ИОМ будет равно:

$$H_{\text{max}} = \log_2 P_i, \quad (3).$$

Причем величина H достигает максимума при равновероятном однородном заполнении рассматриваемого факторного пространства, т.е. при условии, что:

$$P_i = \frac{1}{r}, \quad (4)$$

где r – число «ячеек»-подпространств факторного пространства ИОМ, т.е. числа возможных сочетаний логических градаций набора социальных, педагогических, психологических и иных признаков ИОМ. Количество возможных сочетаний признаков из N -мерных логических факторных пространств, каждое из которых может включать N признаков из M -множества, можно оценить как:

$$C_M^N = \frac{M!}{N!(M-N)!} \quad (5).$$

Целесообразно ввести некоторую функцию энтропии, которая не зависела бы от числа логических «ячеек»-подпространств факторов ИОМ, а определялась бы только неоднородностью заполнения пространства элементами статистики на основе данных педагогических наблюдений и экспериментов. Максимальное значение энтропии для n -мерного логического пространства, то есть для совокупности N признаков, каждый из которого имеет S_i градаций ($i = 1, 2, \dots, n$), будет

$$H_{\max} = \log_2 \prod_{i=1}^n S_i \quad (6).$$

Выражение для оценки максимального значения H_{\max} для n -мерного логического пространства факторов ИОМ с некоторой реальной энтропией H_N , т.е. для совокупности N признаков, каждый из которого имеет S_i градаций ($i = 1, 2, \dots, n$), будет иметь вид:

$$H_N = \frac{H_{\max} - H}{H_{\max}} = \frac{\log_2 \prod_{i=1}^n S_i + \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i}{\log_2 \prod_{i=1}^n S_i} \quad (7).$$

Энтропия, будучи мерой разнообразия и организованности системы факторов, составляющих ИОМ, характеризует степень его неопределенности или детерминированности. ИОМ тем более детерминирован, чем меньшими значениями энтропии он характеризуется (т.е. чем ближе $H \rightarrow 0$).

2. Относительная организованность ИОМ как системы факторов:

$$R = 1 - \frac{H}{H_{\max i}}. \quad (8)$$

При этом, согласно классификации С.Бира:

- 1) ИОМ является вероятностной (стохастической), если $R \leq 0,1$;
- 2) ИОМ является детерминированной, если $R > 0,3$;
- 3) ИОМ является квазидетерминированной (вероятностно-детерминированной), если $0,1 < R \leq 0,3$.

3. **Критерий энтропии (A)** удовлетворяет функции, которая может служить мерой редкости частот отклонений ИОМ_{факт} от ИОМ_{проект}. Величина энтропии тем выше, чем меньше частота встречаемости отклонений ИОМ_{факт} от ИОМ_{проект}:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n \log_2 P_i}{n} - H \max. \quad (9)$$

4. **Вероятность состояния (W)** определяется как отношение числа различных возможных благоприятных отклонений ИОМ (K) от проектируемых параметров к полному числу всех возможных отклонений (L):

$$W = \frac{K}{L}. \quad (10)$$

5. **Абсолютная энтропия (H_a)**. Если объем факторного пространства ИОМ характеризуется числом факторов M из диапазона N, а m_i – это число заполнения i-го уровня логической «ячейки»-подпространства вектора (т.е. $P(X_i) = m_i/M$), тогда

$$K = \frac{M!}{\prod_{i=1}^n m_i!}. \quad (11)$$

При этом абсолютная энтропия ИОМ может быть выражена как:

$$H_a = \ln K = M \ln M - \sum_{i=1}^N m_i \ln m_i = -M \sum_{i=1}^N P(X_i) \ln P(X_i), \quad (11)$$

где X_i – некоторое отклонение ИОМ от проекта, характеризующееся набором изменений факторов из диапазона N.

6. **Сложность**. ИОМ обладает набором первичных статистических характеристик, включая объем, или количество составляющих его элементов (N), а также сложность (C) как сумму связей между элементами маршрута. Энтропия системы (H) в зависимости от числа факторов ИОМ и числа значимых связей между ними рассчитывается как:

$$H = 1 - \frac{2C}{n(n-1)}. \quad (12)$$

В таком случае при больших объемах факторного пространства (когда $N \rightarrow \infty$) энтропия ИОМ (H) изменяется пропорционально квадрату числа составляющих ее элементов и обратно пропорционально удвоенной

величине ее сложности. При интенсивном развитии ИОМ с ростом числа факторов и сложности, проявляющейся в увеличении числа связей между компонентами, энтропия ИОМ уменьшается.

Метод ИЭА позволяет конструктивно объяснить важнейшие формы развития и реализации ИОМ, включая экстенсивное и интенсивное развитие, а также стагнацию и деградацию [6]. В таблице 2 представлены четыре варианта развития ИОМ, прогнозирование которых может быть осуществлено на основе критериев ИЭА.

Таблица 2 – Информационно-энтропийные критерии прогнозирования основных вариантов развития индивидуального образовательного маршрута

№ п/п	Информационно-энтропийные критерии	Экстенсивное развитие	Интенсивное развитие	Стагнация	Деградация
1	Динамика факторного пространства	$\frac{dN}{dt} > 0$	$\frac{dN}{dt} > 0$	$\frac{dN}{dt} > 0$	$\frac{dN}{dt} < 0$
2	Сложность	$\frac{dC}{dt} > 0$	$\frac{dC}{dt} > 0$	$\frac{dC}{dt} \leq 0$	$\frac{dC}{dt} < 0$
3	Энтропия	$\frac{dH}{dt} > 0$	$\frac{dH}{dt} < 0$	$\frac{dH}{dt} > 0$	$\frac{dH}{dt} > 0$

Литература

1. Кунаш, М. А. Индивидуальный образовательный маршрут школьника. Методический конструктор. Модели. Анализ / М. А. Кунаш. – Волгоград: Учитель, 2013. – 170 с.
2. Лабунская, Н. А. Педагогическое исследование современного студента: Студент при получении образования / Н. А. Лабунская. – СПб.: Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена, 1999. – 75 с.
3. Шкаратан, О.И. Энтропийный анализ как метод безгипотезного поиска реальных (гомогенных) социальных групп / О.И. Шкаратан, Г.А. Ястребов // Методы социологических исследований. – 2009. – С. 52–65.
4. Егорова, Л.Е. Энтропийный анализ системообразующих факторов предметной подготовки будущих учителей информатики / Л.Е. Егорова // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (часть 1). – стр. 168-172/
5. Мартин, Н. Математическая теория энтропий / Н. Мартин, Дж. Инглэнд. – М.: Мир, 1988. – 251с.
6. Рыжов, Б.Н. Системная психология (методология и методы психологического исследования) / Б.Н. Рыжов. – М.: Изд-во МГПУ, 1999. 278 с.