

и статистики работает в решении реальных жизненных задач в области анализа данных, прогнозирования, принятия решений, построения временных рядов. В результате освоения дисциплины магистрант должен:

- Знать ключевые понятия, цели и задачи использования машинного обучения, методологические основы применения алгоритмов машинного обучения.
- Уметь работать с моделями и алгоритмами машинного обучения и решать на их основе практические задачи.
- Иметь навыки самостоятельной реализации алгоритмов МО.
- Уметь визуализировать результаты работы алгоритмов машинного обучения, выбирать метод машинного обучения, соответствующий исследовательской задаче, интерпретировать полученные результаты.
- Уметь получать данные из разных источников (баз данных, файлов, интернета, хранилищ данных), выполнять их преобразование и предобработку.
- Иметь навыки чтения и анализа академической литературы по применению методов машинного обучения, построения и оценки качества моделей.

Заключение

Целью преподавателя при разработке или переработке дисциплин «Основы машинного обучения» и «Математика машинного обучения» модуля «Машинное обучение» является формирование у обучающихся знаний и умений анализа данных методами машинного обучения как классическими, так и новыми, созданными за последние годы.

Задача модуля дисциплин «Машинное обучение» – сформировать у студентов и магистрантов глубокие навыки работы с данными, что позволит применять методы машинного обучения для решения профессиональных задач различной проблематики.

Литература

1. Дайзенрот, М. Математика в машинном обучении / М. Дайзенрот, А. Фейзал, Ч. Он. – Питер, 2024 – 512 с.
2. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. – М.: ДМК Пресс, 2015– 400 с.
3. Bekkerman R., Bilenko M., Langford J. Scaling up Machine Learning, Cambridge University Press, 2011. — 492 p. — ISBN-13: 978-0521192248

О МОДЕЛИ ПРЕПОДАВАНИЯ КЛАСТЕРА ДИСЦИПЛИН «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ»

Голубева Л. Л., Малевич А Э., Щеглова Н. Л.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

В работе излагаются аспекты разработки, трансформации и преподавания кластера дисциплин по искусственному интеллекту, интеллектуальному анализу данных, машинному обучению и нейросетевому моделированию для студентов и магистрантов специальности «Компьютерная математика и системный анализ» механико-математического факультета Белорусского государственного университета [1].

Ключевые слова: обучение студентов и магистрантов; искусственный интеллект; машинное обучение; интеллектуальный анализ данных; информационные технологии.

Введение

Одной из ключевых тенденций развития общества в современных условиях стала его цифровая трансформация, основанная на внедрении цифровых технологий. На основе передовых цифровых технологий формируется широкий спектр решений, которые применяются в разной степени едва ли не во всех отраслях экономики и социальной сферы: госуправление, финансовый сектор, промышленность, топливно-энергетический сектор, строительство, транспорт, сельское хозяйство, строительство, здравоохранение, образование, культура. Человечество переживает четвертую промышленную революцию и является свидетелем технологических и экономических изменений, связанных с интеграцией в деятельность инноваций, базирующихся на технологии человеко-машинного взаимодействия на основе систем искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения. Ближайшее будущее будет построено на системах цифрового обмена данными между участниками процесса, что, в свою очередь, активизирует дальнейшее развитие нейросетей и систем ИИ [2]. В таких условиях важным фактором конкурентного преимущества становится способность обработки и анализа больших объемов данных.

Очевидно, что усиление внедрения технологий ИИ во множество сфер жизнедеятельности требует изменений в педагогической парадигме: рынок труда нуждается в новых типах профессий, а специалисты существующих специальностей сталкиваются с необходимостью расширения профессиональных компетенций. Искусственный интеллект следует рассматривать как необходимый любому современному человеку аспект, которому можно и нужно обучаться – в школах, специальных учебных учреждениях, вузах, на курсах переподготовки и повышения квалификации [3]. Многие абитуриенты уже на этапе выбора вуза отдают предпочтение специальностям, в которых преобладают информационные технологии и где они могут получить знания и навыки по их использованию и по работе с большими данными и системами ИИ.

Ведущие университеты мира развивают и модифицируют свои научно-образовательные программы в сторону информатизации, причем это касается даже тех профессий, который, на первый взгляд, далеки от информационных технологий. Кроме того, открываются наборы и на такие специальности, где искусственный интеллект представляет собой сущностное ядро образовательной программы (ученый-исследователь ИИ, инженер НЛП, ИИ-архитектор, дата-сайентист, дата-инженер, аналитик данных, инженер по машинному обучению и др.) [3].

Построение модели преподавания кластера дисциплин

Будем называть кластером «Интеллектуальный анализ данных», (ИАД) группу дисциплин, охватывающих сферу искусственного интеллекта, машинного обучения и нейросетевого моделирования, которые читаются студентам и магистрантам специальности «Компьютерная математика и системный анализ» механико-математического факультета Белорусского государственного университета [1].

Моделью преподавания кластера ИАД будем называть разрабатываемую преподавателями структуру образовательного процесса, которая включает в себя содержательную часть курсов, их местоположение в учебных планах и их методическую реализацию для описания системного взаимодействия преподавателей и обучающихся, направленного на реализацию целей образования.

Модель преподавания выстраивается, когда преподавателю необходимо создать новую или преобразовать существующую учебную дисциплину. Содержательная часть модели основывается на целях обучения, базовых знаниях обучающихся и ориентируется на характеристику получаемой специальности. Необходимо: сформулировать цели обучения, найти средства достижения целей, эффективно их

использовать. Кроме того, цели обучения обязаны быть согласованными с компетентностными целями специальности в целом [4].

При разработке или переработке дисциплины кластера ИАД для преподавателя целью является формирование у обучающихся знаний и умений в области интеллектуального анализа данных, современных интеллектуальных систем, машинного обучения, применения цифровых технологий. При этом необходимо учитывать:

- сверхбыструю динамику развития искусственного интеллекта и определять, какие продукты являются лидерами сегодня, какой из подходов имеет преимущества при решении задач определенной области и каковы эти преимущества;

- «инфляцию» знаний в ИТ-сфере (полученные в ИТ-области знания быстро устаревают, девальвируются, обесцениваются), быстрое устаревание информационных технологий;

- уровень подготовки студентов, их базовые знания, текущее состояние знаний, способности к обучению и самообразованию;

- необходимость пересмотра образовательных технологий – какие формы работы со студентами представляются актуальными (лекции, лабораторные занятия, практикумы, компьютерное моделирование, работа в команде над проектом, подготовка и выступление с докладами);

- направления развития информационных технологий, востребованность специалистов в определенной области на каждом этапе развития общества.

Задача кластера ИАД – сформировать глубокие навыки работы с большими данными, что позволит применять цифровые технологии для решения профессиональных задач различной проблематики.

Кластер ИАД в учебных планах специальности КМиСА имеет свою историю развития. Уже в начале 2000 годов выпускающая кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа разработала и включила в свои учебные планы авторские дисциплины «Генетические алгоритмы и нейронные сети», «Вейвлет-анализ», «Глубинный анализ данных (Data Mining)», – студенты изучали фундаментальные математические основы этих областей знаний.

По мере развития в обществе цифровой направленности экономических процессов это направление обучения, которое формировало высокопрофессиональных специалистов, имеющих огромный спрос на рынке труда, расширялось. В дисциплине «Прикладной системный анализ» появляются разделы, посвященные анализу данных. Эти курсы создают не только преподаватели кафедры. Выпускники специальности КМиСА, работающие в реальном ИТ секторе, ощущали на своих рабочих местах потребность в специалистах такого профиля и охотно принимали предложения о преподавании в области анализа данных, создавая практико-ориентированные курсы. Это повлекло за собой увеличение удельного веса курсовых и дипломных работ студентов в области анализа данных, нейронных сетей, машинного обучения.

Анализ учебного процесса подготовки специальности «Компьютерная математика и системный анализ» механико-математического факультета БГУ показывает устойчивый рост интереса студентов к дисциплинам и исследованиям в области ИИ. Так, в 2023-2024 учебном году 58% дипломных работ и 67% магистерских диссертаций выполняются студентами специальности 1-31 03 09 «Компьютерная математика и системный анализ» и магистрантами специальностей 1-31 80 03, 7-06-0533-04 «Математика и компьютерные науки», профилизации «Компьютерная математика и системный анализ» очной и заочной форм обучения, по направлениям, связанным с анализом данных, ИИ, машинным обучением, нейросетевым моделированием (Рис.1).

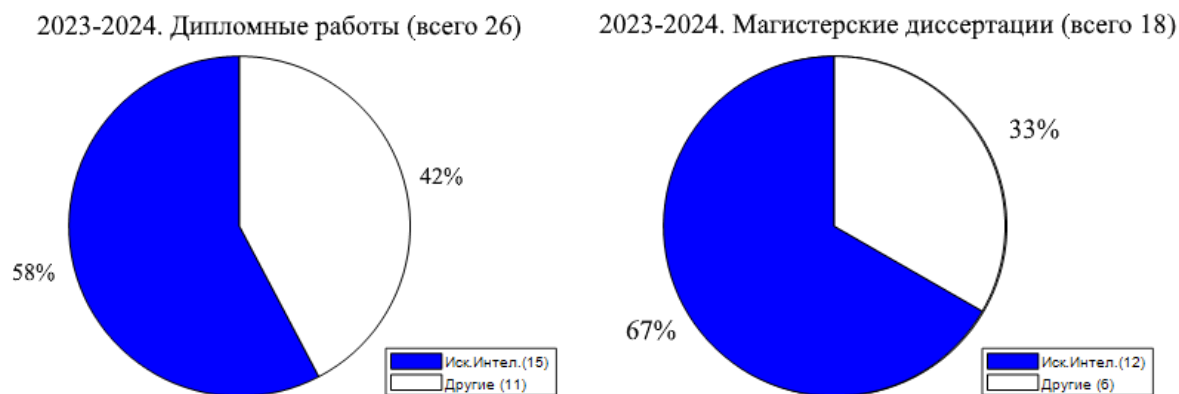


Рис. 1. Распределение тем дипломных работ и магистерских диссертаций

Таким образом, у нас появился оригинальный опыт становления кластера дисциплин по ИАД, из которого можно сделать некоторые выводы.

При включении в учебный план дисциплин кластера ИАД важно учитывать, в каком семестре изучается данная дисциплина. Если это начальные семестры бакалавриата, то содержание дисциплины не будет достаточно глубоким и, скорее, только познакомит обучающихся с основами предмета. На старших курсах, когда обучающиеся обладают достаточным количеством компетенций по своему направлению подготовки, можно говорить о более глубоком погружении в предмет.

Формирование содержательной части дисциплин кластера осуществляется посредством перехода от концепции теоретического обучения принципам функционирования интеллектуальных систем к практическим навыкам в области моделирования, обучения, тестирования и их применения. Именно с этой позиции выстроены дидактические элементы курсов, их местоположение в учебном плане и определены их связи с обучением фундаментальным математическим дисциплинам, дисциплинам по компьютерной математике и компьютерному моделированию.

В настоящее время учебный план специальности 6-05-0533-08 «Компьютерная математика и системный анализ» (бакалавриат) очной (дневной) формы обучения содержит следующие дисциплины, непосредственно относящиеся к кластеру ИАД: «Нейронные сети и генетические алгоритмы», «Основы машинного обучения», «Анализ данных», «Компьютерное зрение» (д/в), «Обработка естественного языка» (д/в), «Анализ данных в приложениях» (д/в). Дисциплины относятся к компоненту учреждения высшего образования, входят в состав модуля «Анализ данных», преподаются в 4-7 семестрах. Всего на изучение данных учебных дисциплин отводится 632 часа, в том числе 316 аудиторных часов, из них: лекции – 158 часов, лабораторные занятия – 158 часов, включая управляемую самостоятельную работу студентов. Трудоемкость учебных дисциплин составляет 18 зачетных единиц. Модуль позволяет студентам освоить базовые навыки работы с цифровыми технологиями для решения профессиональных задач.

Магистранты, обучающиеся по специальности 7-06-0533-04 «Математика и компьютерные науки» (магистратура), профилизации «Компьютерная математика и системный анализ» очной и заочной форм обучения, изучают такие дисциплины кластера как: «Математика машинного обучения»/др., «Интеллектуальный анализ данных»/др, «Эволюционные алгоритмы». Дисциплины относятся к компоненту учреждения высшего образования, входят в состав модуля «Анализ данных», преподаются в 1 и 3 семестрах магистратуры. Всего на изучение данных учебных дисциплин отводится 486 часов, в том числе 204 аудиторных часа, из них: лекции – 102 часа, лабораторные занятия – 82 часа, практические занятия – 20 часов. Трудоемкость

учебных дисциплин модуля составляет 15 зачетных единиц. Модуль позволяет магистрантам получить продвинутые навыки работы с цифровыми технологиями для решения профессиональных задач.

Следует отметить, что все дисциплины кластера ИАД требуют практического закрепления и освоения теоретического материала, которое студенты осуществляют за компьютером в рамках лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы, при подготовке и выступлении с докладами. Для выполнения лабораторных и практических занятий используются системы компьютерной математики *Mathematica* и *MATLAB*, а также язык программирования Python.

В качестве примера формулируем цели преподавания и опишем содержимое дисциплины «Нейронные сети и генетические алгоритмы» (НСиГА), содержащейся в кластере дисциплин ИАД.

Дисциплина НСиГА преподается для студентов специальности «Компьютерная математика и системный анализ» с 2006 года. За 18 лет преподавания структура, содержание и местоположение дисциплины неоднократно уточнялись, модифицировались и эволюционировали.

В настоящее время дисциплина преподается в 4-5 семестрах бакалавриата, на втором и третьем курсах, и состоит из 5 разделов: Классификация и кластеризация, Метод опорных векторов, Метод обратного распространения ошибки, Эволюционные и генетические алгоритмы, Нейронные сети в *MATLAB*.

Целью освоения дисциплины НСиГА является формирование у студентов устойчивых знаний и приобретение базовых умений и навыков в области проектирования интеллектуальных систем, основанных на «мягких вычислениях» – компьютерной методологии, базирующейся на нечеткой логике, генетических алгоритмах, нейрокомпьютинге и вероятностных вычислениях.

Образовательная цель дисциплины НСиГА: обучение студентов методологии использования неточных и математически строго не обоснованных методов и алгоритмов при решении задач, для которых не существует строгих подходов, позволяющих получить требуемый по точности результат за приемлемое время. *Развивающая цель* дисциплины НСиГА: формирование у студентов практических навыков построения систем ИИ, проведения экспериментов и анализа их результатов. Для выполнения лабораторных занятий используются системы компьютерной математики *Mathematica* и *MATLAB*.

Заключение

Выпускаемые механико-математическим факультетом БГУ специалисты квалификации «Математик. Системный аналитик», будучи по природе своей математиками и обладающие в этой области глубокими классическими фундаментальными знаниями, в то же время активно востребованы как профессионалы в ИТ-сфере, бурно развивающейся и крайне необходимой для актуальной в настоящее время цифровой трансформации экономики. Возможность сделать успешную карьеру в сфере искусственного интеллекта и анализа данных для настойчивых и мотивированных студентов намного перевешивает затраты времени и усилия, вложенные ими в изучение кластера дисциплин «Интеллектуальный анализ данных».

Литература

1. Голубева Л.Л., Громак В.И., Малевич А.Э., Щеглова Н.Л. 25-летие специальности «Компьютерная математика и системный анализ»: итоги и перспективы / Трансформация механико-математического и ИТ-образования в условиях цифровизации: материалы межд. научно-практической конференции, посвященной 65-летию ММФ.

Минск, 26-27 апреля 2023 г. В 2-х частях. Том 1. с. 172-175.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=54184478>

2. Барина, Н.В. Цифровая экономика, искусственный интеллект, Индустрия 5.0: вызовы современности. / Н.В. Барина, В.Р. Барин. // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2022;(5):23-34. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2022-5-23-34>. – Дата доступа: 25.02.2024.

3. Шананин, В.А. Методика преподавания основ искусственного интеллекта у студентов математических факультетов в педагогических вузах / В.А. Шананин, А.А. Андрианова // Современное педагогическое образование. – 2022. № 5. – С. 114–118.

4. Папуловская, Н.В. Модель преподавания учебной дисциплины: дидактический аспект / Н.В. Папуловская // Образование и наука. – 2009. № 11 (68). – С. 96 – 103.

**О ДОПОЛНЕНИИ К МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ» НА
ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ БГУ
Деряго А.Н., Егоров А.А., Чехменок Т.А.**

Белорусский государственный университет, г. Минск

Данное сообщение относится к циклу работ [1-3], начатым в 2021 году и связанных с методикой преподавания дисциплин «Методы математической физики» и «Уравнения математической физики» на физическом факультете и факультете радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета. Наряду с классическими методами разделения переменных и интегральных преобразований одним из эффективных способов получения аналитического решения смешанных и краевых задач является метод функций Грина. Предполагается введение этой темы в учебную программу по указанным дисциплинам в рамках практических занятий.

Пусть Ω — ограниченная область в трехмерном пространстве с достаточно гладкой границей S . Функцией Грина задачи Дирихле для уравнения Пуассона

$$\Delta u \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = -f(P), \quad P = (x, y, z) \in \Omega,$$
$$u|_S = \varphi(P), \quad (1)$$

называется функция $G(P, P_0)$, удовлетворяющая условиям:

$$G(P, P_0) = \frac{1}{4\pi r_{PP_0}} + v(P, P_0), \quad G(P, P_0)|_S = 0,$$

где $r_{PP_0} = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (z-z_0)^2}$, $\frac{1}{4\pi r_{PP_0}}$ — фундаментальное решение

уравнения Лапласа в пространстве, $v(P, P_0)$ — гармоническая в области Ω функция. Очевидно, что $G(P, P_0)$ определяется при помощи функции $v(P, P_0)$, являющейся решением задачи Дирихле со специальным граничным условием

$$\Delta v = 0, \quad P \in \Omega, \quad v|_S = -\frac{1}{4\pi r_{PP_0}}.$$

В предположении, что для области Ω найдена функция Грина $G(P, P_0)$, решение краевой задачи (1) определяется формулой