



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра информационных технологий



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.05 Глубокое обучение**

|                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Направление подготовки              | 09.04.03 Прикладная информатика    |
| Направленность (профиль) подготовки | Комплексные информационные системы |
| Квалификация выпускника             | магистр                            |
| Форма обучения                      | очная                              |

Иркутск 2025 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студенты должны

Знать:

- Введение в глубокое обучение (deep learning): что такое глубокое обучение (deep learning); истоки возникновения (связь с биологией); задачи, которые решаются с использованием глубокого обучения.
- Многослойные полностью связанные сети (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный перцептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).
- Открытые библиотеки глубокого обучения. Принцип разработки сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр.
- Сверточные нейронные сети: структура модели; возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие), принципы задачи
- Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети: классификация методов визуализации признаков; открытые библиотеки визуализации; визуализация в библиотеках Caffe, Torch.
- Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие: Двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Глубокие двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Рекурсивные нейронные сети; Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью.
- Обучение без учителя: Автокодировщик; Развернутые нейронные сети; Ограниченная машина Больцмана; Глубокая машина Больцмана; Глубокая доверительная сеть
- Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей

Уметь:

- использовать имеющиеся знания для решения практических задач глубокого обучения;
- оценивать на практике качество обучения используемых моделей.

Иметь навыки

- решения практических задач с использованием методов глубокого обучения;
- использования открытых библиотек для решения задач глубокого обучения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.05 Глубокое обучение относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика:

ПК-1 Способность применять современные методы и инструментальные средства прикладной информатики для автоматизации и информатизации решения прикладных задач различных классов и создания ИС;

ПК-4 Способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных ед., 180 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

| Раздел дисциплины / тема                                                                                                                                 | Виды учебной работы                            |              |                | Самост. работа | Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                          | Контактная работа преподавателя с обучающимися |              |                |                |                                                     |
|                                                                                                                                                          | Лекции                                         | Лаб. занятия | Практ. занятия |                |                                                     |
| Раздел 1. Введение в глубокое обучение (deep learning).                                                                                                  | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 2. Многослойные полностью связанные сети (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный перцептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).       | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 3. Обзор библиотек глубокого обучения. Разработка сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр. | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 4. Сверточные нейронные сети.                                                                                                                     | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 5. Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети.                                                                                     | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие.                                                                     | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 7. Обучение без учителя.                                                                                                                          | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 8. Автокодировщик и стек автокодировщиков. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения сети.                                  | 1                                              | 3            |                | 9              |                                                     |
| Раздел 9. Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей.                                                                                 | 8                                              | 10           |                | 13             |                                                     |
| Итого (3 семестр):                                                                                                                                       | 16                                             | 34           |                | 85             | экз.                                                |

### 4.2. Содержание учебного материала

Раздел 1. Введение в глубокое обучение (deep learning).

Раздел 2. Многослойные полностью связанные сети (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный перцептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).

Раздел 3. Обзор библиотек глубокого обучения. Разработка сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр.

Раздел 4. Сверточные нейронные сети.

Раздел 5. Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети.

Раздел 6. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие.

Раздел 7. Обучение без учителя.

Раздел 8. Автокодировщик и стек автокодировщиков. Применение метода обратного распространения ошибки для обучения сети.

#### 4.3. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

**Подготовка к лекции.** Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к практическому занятию.** Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты

формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к семинарскому занятию.** Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к коллоквиуму.** Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к контрольной работе.** Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

**Подготовка к зачету.** Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

**Подготовка к экзамену.** Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку

студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Литература, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Воронцов К.В. Машинное обучение. Курс лекций. <http://www.machinelearning.ru>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная аудитория для проведения:**

- занятий лекционного типа,
- занятий семинарского (практического) типа,
- групповых и индивидуальных консультаций,
- текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение:

Учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, для проведения занятий лекционного типа, практических занятий (семинарского типа), курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения занятий лекционного типа обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

### **6.2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.**

Оснащение:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью. Рабочие места обучающихся оборудованы компьютерной техникой и подключены в локальную вычислительную сеть, в т.ч. с использованием беспроводного Wi-Fi подключения, с возможностью выхода в глобальную сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду.

### **6.3. Программное обеспечение**

Приложение для чтения PDF-файлов, браузер для просмотра интернет контента, приложение для создания PDF-файлов.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **7.1. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

**Список вопросов для промежуточной аттестации:**

1. Проблема переобучения при решении задачи восстановления регрессии.

2. Методы борьбы с переобучением: сокращение числа параметров, регуляризация (ридж-регрессия), метод лассо. Трудоемкость методов.
3. Метод ближайших соседей для решения задачи классификации. Теорема об оценке риска в методе ближайшего соседа.
4. Наивный байесовский классификатор.
5. Линейный дискриминантный анализ.
6. Квадратичный дискриминантный анализ.
7. Логистическая регрессия.
8. Нейронные сети. Персептрон Розенблатта. Алгоритм обучения персептрона как метод стохастического градиентного спуска.
9. Нейронные сети для решения задач классификации и восстановления регрессии. Обучение сети. Регуляризация как метод борьбы с переобучением.
10. Понятие о глубоких нейронных сетях.
11. Машина опорных векторов. Ядра и спрямляющие пространства.
12. Деревья решений. Метод CART (classification and regression trees) для решения задач классификации и восстановления регрессии.
13. Отсечения ветвей и выбор финального дерева. Методы обработки пропущенных значений.
14. Ансамбли решающих правил (классификаторов). Простое и взвешенное голосование.
15. Бустинг. Алгоритм AdaBoost. Оценка ошибки предсказания.
16. Бустинг и аддитивные модели. Градиентный бустинг. Алгоритм градиентного бустинга деревьев решений (MART).
17. Баггинг. Алгоритм случайных деревьев (случайный лес.).
18. Обучение без учителя. Кластеризация. Кластеризация методами теории графов.
19. Метод центров тяжести. Метод медиан.
20. Метод нечетких множеств. ЕМ-алгоритм.
21. Введение в глубокое обучение (deep learning): что такое глубокое обучение (deep learning); истоки возникновения (связь с биологией); задачи, которые решаются с использованием глубокого обучения.
22. Многослойные полностью связанные сети (Fully-Connected Neural Networks, FCNN). Многослойный персептрон (Multiple Layer Perceptron, MLP).
23. Открытые библиотеки глубокого обучения. Принцип разработки сети, соответствующей логистической регрессии, на примере задачи распознавания рукописных цифр.
24. Сверточные нейронные сети: структура модели; возможные слои (свертка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization и другие), принципы задачи
25. Визуализация фильтров/выходов на промежуточных слоях сети: классификация методов визуализации признаков; открытые библиотеки визуализации; визуализация в библиотеках Caffe, Torch.
26. Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) и их развитие: Двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Глубокие двухнаправленные рекуррентные нейронные сети; Рекурсивные нейронные сети; Длинные рекуррентные нейронные сети с короткой памятью.
27. Обучение без учителя: Автокодировщик; Разверточные нейронные сети; Ограниченная машина Больцмана; Глубокая машина Больцмана; Глубокая доверительная сеть
28. Перенос обучения (transfer learning) глубоких нейронных сетей