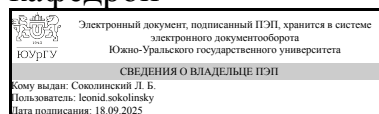


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



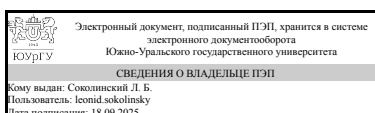
Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.07 Нейробайесовские методы в машинном обучении
для направления 09.04.04 Программная инженерия
уровень Магистратура
магистерская программа Искусственный интеллект и инженерия данных
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование

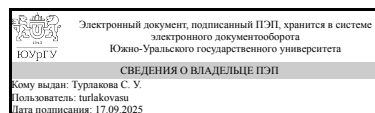
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



С. У. Турлакова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение байесовских методов в глубинном обучении. Задачи дисциплины: выработать у студентов навык формулировки задач машинного обучения в вероятностных терминах, умения решать встречающиеся на практике задачи машинного обучения с помощью вероятностных методов, используя язык программирования Python, и оценивать качество получившегося решения.

Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются вопросы применения вероятностного моделирования для построения порождающих моделей данных, использованию состояющихся сетей для приближенного вывода, моделированию неопределенности в параметрах нейронной сети и о некоторых открытых проблемах глубинного обучения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач	Знает: методы и принципы программной реализации алгоритмов байесовского анализа Умеет: применять вероятностное моделирование при создании комплексных систем искусственного интеллекта

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта, Глубокие нейронные сети, Интеллектуальный анализ данных, Компьютерное зрение, Разработка интеллектуальных систем на языке R, Машинное обучение	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта	Знает: методы предобработки текста, основные алгоритмы, применяемые к задачам обработки естественного языка, включая классические подходы и современные большие языковые модели; Умеет: проводить оценку, настройку и выбор алгоритмов, включая большие языковые модели, и инструментальных средств для решения задач машинного обучения в области обработки естественного языка Имеет

	практический опыт: оценки и выбора моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения
Интеллектуальный анализ данных	Знает: основные методы и алгоритмы решения базовых задач интеллектуального анализа данных (алгоритм Априори поиска шаблонов, классификация с помощью деревьев решений и ансамблей, кластеризация k-средних и др.), определения метрик оценки качества решений базовых задач интеллектуального анализа данных (поддержка и достоверность шаблона, точность и полнота классификации и др.), определения базовых задач интеллектуального анализа данных (поиск шаблонов, классификация, кластеризация и поиск аномалий) и принципы подготовки данных для выполнения их интеллектуального анализа Умеет: выполнять проектирование и реализацию приложений и подпрограмм, выполняющих решение базовых задач интеллектуального анализа данных, выполнять проектирование и реализацию приложений и подпрограмм, выполняющих оценку и визуализацию качества решений базовых задач интеллектуального анализа данных, выполнять проектирование и реализацию приложений и подпрограмм, выполняющих подготовку данных для выполнения их интеллектуального анализа Имеет практический опыт: реализации приложений и подпрограмм, выполняющих решение базовых задач интеллектуального анализа данных, с помощью современных языков и инструментов программирования, реализации приложений и подпрограмм, выполняющих оценку и визуализацию качества решений базовых задач интеллектуального анализа данных, с помощью современных языков и инструментов программирования, реализации приложений и подпрограмм, выполняющих подготовку данных для выполнения их интеллектуального анализа, с помощью современных языков и инструментов программирования
Разработка интеллектуальных систем на языке R	Знает: методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения Умеет: выбирать, применять и интегрировать методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках создания интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения Имеет практический опыт:
Машинное обучение	Знает: основы работы с различными источниками информации, включая базы данных, веб-сервисы и API (программируемые

	интерфейсы приложений), стратегические подходы к анализу сложных проблем, интегративные методы, заимствованные из социальной, экономической и других профессиональной сфер, классы методов и алгоритмов машинного обучения, функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения Умеет: эффективно использовать современные программные средства и инструменты для обработки информации, включая навыки работы с языками программирования для ИИ, а также знание библиотек и фреймворков, предназначенных для работы с данными и другие инструменты для манипуляций с данными, самостоятельно идентифицировать и формулировать нестандартные задачи, используя полученные математические и естественнонаучные знания для их решения, разрабатывать стратегические подходы к анализу сложных проблем, применяя интегративные методы, заимствованные из социальной, экономической и профессиональной сфер, включая умение адаптировать знания из одной дисциплины для эффективного применения в другой, что способствует генерации инновационных решений в междисциплинарном контексте, ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения, самостоятельно разрабатывать и реализовывать модели машинного обучения, включая этапы предобработки данных, выбора наиболее эффективных методов, настройки гиперпараметров и оценки полученных результатов; уметь использовать инструменты для анализа и визуализации данных, чтобы обосновать выбранные подходы и улучшить понимание итоговых моделей Имеет практический опыт: извлечения, обработки и визуализации данных с использованием современных подходов и инструментов, проведения исследования и экспериментов, анализа полученных результатов, а также применения теоретических знаний для разработки решений, успешного применения методов количественного и качественного анализа, участия в проектах, решать основные классы задач методами и алгоритмами машинного обучения, использования систем программирования для создания и оптимизации алгоритмов машинного обучения, работы с языками программирования для ИИ
Компьютерное зрение	Знает: классы методов и алгоритмов машинного обучения; методы и критерии оценки качества

	моделей машинного обучения Умеет: ставить задачи, разрабатывать унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий;определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области Имеет практический опыт: по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения задач предметной области
Глубокие нейронные сети	Знает: математическую модель нейрона, технологии создания искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения Умеет: осуществлять формализацию задачи, построение математической модели, подготовку обучающего набора данных, подбор топологии и создание искусственной нейронной сети в соответствии с поставленной задачей Имеет практический опыт: формулирования и решения задач в области машинного обучения с использованием нейросетевого подхода

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 38,25 ч.
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,75	69,75
Подготовка к практическим занятиям	64	64
Подготовка к тесту	5,75	5,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР

1	Введение	3	1	2	0
2	Стохастический вариационный вывод	7	3	4	0
3	Вариационный автокодировщик	6	4	2	0
4	Байесовские нейронные сети	10	6	4	0
5	GAN	6	2	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в дисциплину. Инструменты работы с вероятностными моделями. Выбор вероятностной модели данных. Примеры вероятностных моделей в задачах регрессии и классификации.	1
1-2	2	Стохастический вариационный вывод. Применение SVI на примере масштабируемых тематических моделей. Дважды стохастический вариационный вывод. Дисперсия стохастических градиентов в примерах	3
3-4	3	Вариационный автокодировщик, нормализующие потоки для вариационного вывода. Репараметризация, IWAE. Оценка отношения плотностей распределений, применение на примере α -GAN.	4
5-7	4	Байесовские нейронные сети Байесовское сжатие нейронных сетей. Тернарные сети, структурный байесовский прунинг. Методы снижения дисперсии в моделях со скрытыми переменными.	6
8	5	GAN. Генеративные состязательные сети.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Вероятностные модели в задачах регрессии и классификации: Байесовский наивный классификатор, Байесовская линейная регрессия, Байесовская логистическая регрессия	2
2	2	Применение SVI на примере масштабируемых тематических моделей	2
3	2	Дисперсия стохастических градиентов в примерах	2
4	3	Репараметризация, оценки с выборкой по значимости (IWAE)	2
5	4	Методы снижения дисперсии в моделях со скрытыми переменными	2
6	4	Обобщенная репараметризация, REBAR, RELAX	2
7-8	5	f-GAN	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение CPC			
Подвид CPC	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям	Тарасов, И. Е. Статистический анализ данных в информационных системах :	3	64

	учебно-методическое пособие / И. Е. Тарасов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/163854		
Подготовка к тесту	Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с.	3	5,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Индивидуальное задание	3	4	Задания выдаются каждому студенту индивидуально. За выполнение задания выставляется от 0 до 4 баллов. 4 балла выставляется, если обучающийся выполнил полностью задание и может аргументировано пояснить ход своего решения. 3 балла выставляется, если обучающийся выполнил полностью задание и может аргументировано пояснить ход своего решения, в решении имеются незначительные ошибки. 2 балла выставляется, если обучающийся решил не менее 50% заданий и может пояснить ход своего решения, в решении имеются ошибки. 1 балл выставляется, если обучающийся решил от 30 до 50% заданий, в решении имеются ошибки. 0 баллов выставляется, если выполнено менее 30% задания, допущены грубые ошибки	зачет
2	3	Промежуточная аттестация	Тест	-	20	Тест содержит 20 равнозначных вопросов и рассчитан на 45 мин. Количество баллов равно количеству правильных ответов на вопросы теста.	зачет
3	3	Текущий контроль	ПЗ- 1	1	2	На практических занятиях происходит оценивание учебной деятельности	зачет

					обучающихся по изученному разделу путем устного опроса. За каждый раздел учащийся может получить от 0 до 2 баллов: 2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела при решении задач 1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. В решении задачи допущены ошибки 0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов. Задачи решены неверно.	
4	3	Текущий контроль	ПЗ- 2	1	2 На практических занятиях происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по изученному разделу путем устного опроса. За каждый раздел учащийся может получить от 0 до 2 баллов: 2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела при решении задач 1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. В решении задачи допущены ошибки 0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов. Задачи решены неверно.	зачет
5	3	Текущий контроль	ПЗ- 3	1	2 На практических занятиях происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по изученному разделу путем устного опроса. За каждый раздел учащийся может получить от 0 до 2 баллов: 2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела при решении задач 1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. В решении задачи допущены ошибки 0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов. Задачи решены неверно.	зачет
6	3	Текущий контроль	ПЗ- 4	1	2 На практических занятиях происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по изученному разделу путем устного опроса. За каждый раздел	зачет

					учащийся может получить от 0 до 2 баллов: 2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела. 1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. 0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов.	
7	3	Текущий контроль	ПЗ- 5	1	2 На практических занятиях происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по изученному разделу путем устного опроса. За каждый раздел учащийся может получить от 0 до 2 баллов: 2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела. 1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. 0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов.	зачет
8	3	Текущий контроль	Опорный конспект по разделу 1	1	3 Оценивается опорный конспект по каждому разделу. За каждый конспект по разделу выставляется от 0 до 3 баллов. 3 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных моментов. 2 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме. 1 балл - наличие разрозненных записей из материалов конспекта. 0 баллов - отсутствие материалов конспекта.	зачет
9	3	Текущий контроль	Опорный конспект по разделу 2	1	3 Оценивается опорный конспект по каждому разделу. За каждый конспект по разделу выставляется от 0 до 3 баллов. 3 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных моментов. 2 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме.	зачет

						1 балл - наличие разрозненных записей из материалов конспекта. 0 баллов - отсутствие материалов конспекта.	
10	3	Текущий контроль	Опорный конспект по разделу 3	1	3	Оценивается опорный конспект по каждому разделу. За каждый конспект по разделу выставляется от 0 до 3 баллов. 3 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных моментов. 2 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме. 1 балл - наличие разрозненных записей из материалов конспекта. 0 баллов - отсутствие материалов конспекта.	зачет
11	3	Текущий контроль	Опорный конспект по разделу 4	1	3	Оценивается опорный конспект по каждому разделу. За каждый конспект по разделу выставляется от 0 до 3 баллов. 3 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных моментов. 2 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме. 1 балл - наличие разрозненных записей из материалов конспекта. 0 баллов - отсутствие материалов конспекта.	зачет
12	3	Текущий контроль	Опорный конспект по разделу 5	1	3	Оценивается опорный конспект по каждому разделу. За каждый конспект по разделу выставляется от 0 до 3 баллов. 3 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины в текстовой форме, которая сопровождается схемами, табличной информацией, графиками, выделением основных моментов. 2 балла - подготовка материалов опорного конспекта по изучаемым темам дисциплины только в текстовой форме. 1 балл - наличие разрозненных записей из материалов конспекта. 0 баллов - отсутствие материалов конспекта.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Процедура прохождения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации (приказ ректора от 27.02.2024 № 33-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля: Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка». Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 20 вопросов. На выполнение теста дается 45 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК-3	Знает: методы и принципы программной реализации алгоритмов байесовского анализа		+					+	+	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: применять вероятностное моделирование при создании комплексных систем искусственного интеллекта	+	+	+	+	+	+	+	+				

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Интеллектуальные системы. Теория и приложения.

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методическое пособие для составления опорного конспекта

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методическое пособие для составления опорного конспекта

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. https://e.lanbook.com/book/107901
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система Znanium.com	Тулупьев, А. Л. Основы теории байесовских сетей : учебник / А. Л. Тулупьев, С. И. Николенко, А. В. Сироткин. - Санкт-Петербург : СПбГУ, 2019. - 399 с. - ISBN 978-5-288-05892-9 https://znanium.com/catalog/product/1243854
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Филиппов, Ф. В. Нейросетевые технологии : учебное пособие / Ф. В. Филиппов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. — 129 с. https://e.lanbook.com/book/180056
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Гласнер, Э. Глубокое обучение без математики : справочник / Э. Гласнер ; перевод с английского В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том 1 : Основы — 2019.— 578 с. https://e.lanbook.com/book/131696
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Гласнер, Э. Глубокое обучение без математики. Том 2. Практика : руководство / Э. Гласнер ; перевод с английского В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 610 с. https://e.lanbook.com/book/131710

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	110 (3Г)	Компьютерный класс
Зачет	110 (3Г)	Компьютерный класс
Лекции	110 (3Г)	Компьютер, проектор