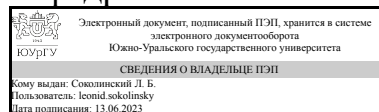


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



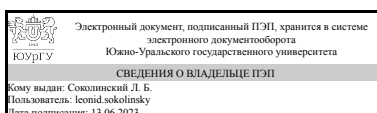
Л. Б. Соколинский

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

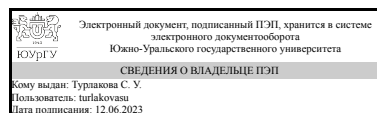
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

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 состязующихся 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
ПК-4 Способен руководить проектами по созданию комплексных систем искусственного интеллекта	Знает: функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения Умеет: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python, Глубокие нейронные сети, Разработка интеллектуальных систем на языке R, Компьютерное зрение, Машинное обучение, Интеллектуальный анализ данных, Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта	Производственная практика (преддипломная) (4 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Глубокие нейронные сети	<p>Знает: математическую модель нейрона, технологии создания искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения, принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения (с подкреплением и без)</p> <p>Умеет: осуществлять формализацию задачи, построение математической модели, подготовку обучающего набора данных, подбор топологии и создание искусственной нейронной сети в соответствии с поставленной задачей, применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей</p> <p>Имеет практический опыт: формулирования и решения задач в области машинного обучения с использованием нейросетевого подхода</p>
Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python	<p>Знает: основные инструменты языка Python для сбора данных, необходимых для разработки программного обеспечения с применением алгоритмов машинного обучения, основные веб-фреймворки на Python, подходы многопоточного и асинхронного программирования, принципы промышленной разработки интеллектуальных систем на языке Python</p> <p>Умеет: подбирать наиболее подходящие инструменты сбора, анализа, обработки и визуализации данных в Python, применять конкретные специализированные фреймворки языка Python для сбора, обработки и анализа данных для решения различных задач анализа данных, подбирать наиболее подходящие фреймворки и библиотеки для разработки веб-сервисов сбора, анализа и обработки данных</p> <p>Имеет практический опыт: сбора данных в различных форматах; предварительной обработки данных (приведение типов/форматов, заполнение пропусков фильтрация и т.п.); анализа и визуализации данных, анализа готовых информационных наборов данных; разработки и развертывания разработанного программного обеспечения для сбора и анализа данных в условиях решения реальных задач, разработки оригинальных программных сервисов сбора, анализа и обработки данных на Python</p>
Разработка интеллектуальных систем на языке R	<p>Знает: методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения</p> <p>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</p> <p>Имеет</p>

	практический опыт:
Интеллектуальный анализ данных	<p>Знает: приемы методологического обоснования научного исследования, методы организации библиотек искусственного интеллекта, определение базовых задач машинного обучения (поиск шаблонов, классификация, кластеризация и поиск аномалий) и основные алгоритмы их решения Умеет: проводить методологическое обоснование научного исследования, в том числе посредством создания и использования библиотек искусственного интеллекта, определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области Имеет практический опыт: проведения научного исследования по тематике искусственного интеллекта</p>
Компьютерное зрение	<p>Знает: принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Компьютерное зрение» Умеет: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, разрабатывать унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий Имеет практический опыт:</p>
Анализ естественного языка методами искусственного интеллекта	<p>Знает: унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий, принципы построения систем обработки естественного языка, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка», функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей Умеет: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения Имеет практический опыт:</p>
Машинное обучение	<p>Знает: классы методов и алгоритмов машинного обучения, фундаментальные научные принципы и методы исследований, функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения Умеет: ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения, адаптировать с</p>

	целью практического применения фундаментальные и новые научные принципы и методы исследований Имеет практический опыт: решать основные классы задач методами и алгоритмами машинного обучения, применения классических методов исследования для решения профессиональных задач
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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 СРС			
Подвид СРС	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 : 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	3	64
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	Учи- тыва- ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Индивидуальное задание	3	4	<p>Задания выдаются каждому студенту индивидуально.</p> <p>За выполнение задания выставляется от 0 до 4 баллов.</p> <p>4 балла выставляется, если обучающийся выполнил полностью задание и может аргументировано пояснить ход своего решения.</p> <p>3 балла выставляется, если обучающийся выполнил полностью задание и может аргументировано пояснить ход своего решения, в решении имеются незначительные ошибки.</p> <p>2 балла выставляется, если обучающийся решил не менее 50% заданий и может пояснить ход своего решения, в решении имеются ошибки.</p> <p>1 балл выставляется, если обучающийся решил от 30 до 50% заданий, в решении имеются ошибки.</p> <p>0 баллов выставляется, если выполнено менее 30% задания, допущены грубые ошибки</p>	зачет
2	3	Проме- жуточная 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	<p>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:</p> <p>2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%).</p> <p>Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела при решении задач</p> <p>1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. В решении задачи допущены ошибки</p> <p>0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов.</p> <p>Задачи решены неверно.</p>	зачет
4	3	Текущий контроль	ПЗ- 2	1	2	На практических занятиях происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по изученному разделу	зачет

						<p>путем устного опроса. За каждый раздел учащийся может получить от 0 до 2 баллов:</p> <p>2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела при решении задач</p> <p>1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. В решении задачи допущены ошибки</p> <p>0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов. Задачи решены неверно.</p>	
5	3	Текущий контроль	ПЗ- 3	1	2	<p>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:</p> <p>2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела при решении задач</p> <p>1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя. В решении задачи допущены ошибки</p> <p>0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов. Задачи решены неверно.</p>	зачет
6	3	Текущий контроль	ПЗ- 4	1	2	<p>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:</p> <p>2 балла - обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы (80-100%). Показал хороший уровень знаний в рамках изученного раздела.</p> <p>1 балл - обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы (60-80%). Потребовались наводящие вопросы преподавателя.</p> <p>0 баллов - обучающийся ответил верно менее чем на 60% заданных вопросов.</p>	зачет
7	3	Текущий контроль	ПЗ- 5	1	2	<p>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:</p> <p>2 балла - обучающийся правильно ответил</p>	зачет

						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.	
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. 1 балл - наличие разрозненных записей из материалов конспекта. 0 баллов - отсутствие материалов конспекта.	зачет
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	зачет

						конспекта.	
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	<p>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). 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 не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде 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</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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	+	+	+	+	+									
ПК-4	Знает: функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения	+	+	+		+				+	+	+	+		+
ПК-4	Умеет: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения		+		+	+	+	+							

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	Электронно-библиотечная система 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. — 652 с. https://e.lanbook.com/book/107901
2	Дополнительная	Электронно-	Гласснер, Э. Глубокое обучение без математики. Том 2.

	литература	библиотечная система издательства Лань	Практика : руководство / Э. Гласснер ; перевод с английского В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 610 с. — ISBN 978-5-97060-767-1. https://e.lanbook.com/book/131710
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гласснер, Э. Глубокое обучение без математики : справочник / Э. Гласснер ; перевод с английского В. А. Яроцкого. — Москва : ДМК Пресс, [б. г.]. — Том 1 : Основы — 2019. — 578 с. https://e.lanbook.com/book/131696
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система 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

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, диф.зачет	110 (3г)	Компьютерный класс
Лекции	110 (3г)	Компьютер, проектор