

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ



М.М. Лаврентьев

«03» июля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и практика нейронных сетей

Направление подготовки: 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
Направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки

Форма обучения: очная

Год обучения: 3, семестр: 6

№	Вид деятельности	Семестр
		6
1	Лекции, час.	32
2	Практические занятия, час.	32
3	Лабораторные занятия, час.	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	64
5	в электронной форме, час.	
6	из них аудиторных занятий, час.	64
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	64
8	консультаций, час.	
9	Самостоятельная работа, час.	78
10	в том числе на выполнение письменных работ, час	
11	Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	ДЗ 2
12	Всего зачетных единиц ¹	4

Новосибирск 2019

¹ С учетом выделенных часов на промежуточную аттестацию

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА введен в действие приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 929.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули); часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору.

Рабочая программа дисциплины утверждена решением Ученого совета факультета информационных технологий от 02.07.2019, протокол № 75.

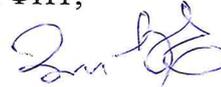
Программу разработал:

доцент кафедры компьютерных технологий ФИТ,
кандидат технических наук



А.В.Кугаевских

Заведующий кафедрой компьютерных технологий ФИТ,
доктор технических наук



В.Е.Зюбин

Ответственный за образовательную программу:

доцент кафедры систем информатики ФИТ,
кандидат технических наук



А.А. Романенко

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Теория и практика нейронных сетей»

Дисциплина «Теория и практика нейронных сетей» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, направленность (профиль): ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ по очной форме обучения на русском языке.

Место в образовательной программе: Дисциплина «Теория и практика нейронных сетей» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам изучения следующих дисциплин: «Программирование».

Дисциплина «Теория и практика нейронных сетей» реализуется в 6 семестре в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплин (модулей) Блока 1 и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина «Теория и практика нейронных сетей» направлена на формирование компетенций:

Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов (ПКС-2), в части следующих индикаторов достижения компетенции:

ПКС-2.3 Уметь применять знания в области разработки ПО в предметной области.

Перечень основных разделов дисциплины:

При освоении дисциплины студенты выполняют следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа. В учебном процессе предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий. В том числе, предполагается изучение основных аспектов проектирования нейронных сетей, принципов построения топологий для решения различных задач, алгоритмов обучения, распространенных топологий.

Самостоятельная работа включает: подготовку к практическим занятиям по разделам дисциплины, подготовку к диф.зачету.

Общий объем дисциплины – 4 зачетных единицы (144 часа).

Правила аттестации по дисциплине. Текущий контроль по дисциплине «Теория и практика нейронных сетей» осуществляется на практических занятиях и заключается в сдаче решенных задач, составляющих портфолио. По результатам текущей аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» по результатам сдачи решенных задач является одним из условий успешного прохождения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория и практика нейронных сетей» проводится в форме устного диф.зачета. Результаты промежуточной аттестации по дисциплине оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Теория и практика нейронных сетей» в электронной информационно-образовательной среде НГУ:
https://yadi.sk/d/KJAwX_ws3SYVRD

1. Внешние требования к дисциплине

Таблица 1.1

Компетенция ПКС-2 Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов, в части следующих индикаторов достижения компетенции:
ПКС-2.3 Уметь применять знания в области разработки ПО в предметной области

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Практики	Самостоятельная работа
ПКС-2.3 Уметь применять знания в области разработки ПО в предметной области.			
1. Знать специфику проектирования нейросетевых моделей, основные топологии, используемые при решении различных задач	+	+	+
2. Уметь формировать обучающие и тестовые выборки при исследованиях и решениях профессиональных задач	+	+	+
3. Владеть навыками проектирования нейронных сетей для применения в различных областях	+	+	+
4. Уметь выбирать библиотеки и фреймворки, осуществлять оптимизацию их выполнения, уметь разрабатывать модели нейронных сетей на объектно-ориентированных языках	+	+	+

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Тема 1 Основные понятия нейронных сетей: <ul style="list-style-type: none"> • Формальный нейрон и его модели. • Методы обучения нейронных сетей • Выбор признаков и выборки данных • Метрики работы нейросетей • Программные библиотеки 	2	2	1,2,3,4
Тема 2 Многослойный персептрон: <ul style="list-style-type: none"> • Архитектура многослойного персептрона • Решение логических задач с помощью нейронных сетей • Алгоритм обратного распространения ошибки • Эффекты переобучения, кросс-валидация, регуляризация 	2	2	1,2,3
Тема 3 Классические топологии сетей: <ul style="list-style-type: none"> • Рекуррентный многослойный персептрон. • Сеть Эльмана • Сеть Вольтерри • RBF-сеть 	6	6	1,2,3

<ul style="list-style-type: none"> • Самоорганизующиеся карты Кохонена • Адаптивно-резонансная теория 			
Тема 4 Ассоциативная память: <ul style="list-style-type: none"> • Сеть Хопфилда • Сеть Хемминга • Двухнаправленная ассоциативная память 	2	2	1,2,3
Тема 5 Расширенные модели: <ul style="list-style-type: none"> • Нейрончаткие модели • Нейробайесовские сети 	4	4	1,2,3,4
Тема 6 Сверточные сети: <ul style="list-style-type: none"> • Неокогнитрон • Сеть LeNet-5 	2	2	1,2,3,4
Тема 7 Глубокое обучение: <ul style="list-style-type: none"> • Сети глубокого обучения • Состязательные атаки • Обучение с подкреплением 	4	4	1,2,3,4
Тема 8 Современные рекуррентные сети: <ul style="list-style-type: none"> • Рекуррентные сети • LSTM 	4	4	1,2,3
Тема 9 Современные модели: <ul style="list-style-type: none"> • Автокодировщики • GAN • Импульсные нейронные сети • ELM • Cellular neural network • Neural Turing Machine • Numenta HTM 	6	6	1,2,3
Итого	32	32	

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Тема 1 Основные понятия нейронных сетей	2	2	1,2,3,4	Разбор теоретического материала темы, решение задач по темам: Формирование признакового пространства
Тема 2 Многослойный перцептрон	4	4	1,2,3	Разбор теоретического материала темы, решение задач по темам: Задание 1.1. Реализация многослойного перцептрона для классификации цифр

				Задание 1.2. Оценка качества работы сети по матрице неточностей
Тема 3 Классические топологии сетей	6	6	1,2,3	Разбор теоретического материала темы, решение задач по темам: Задание 2. Реализация рекуррентного многослойного перцептрона для прогнозирования временного ряда Задание 3. Реализация RBF-сети для кластеризации данных
Тема 6 Сверточные сети	4	4	1,2,3	Разбор теоретического материала темы, решение задач по темам: Задание 4. Реализация сети неоконгитрон для классификации рукописных символов
Тема 7 Глубокое обучение	6	6	1,2,3	Разбор теоретического материала темы, решение задач по темам: Задание 5.1. Реализация сети глубокого обучения для задачи labeling объектов Задание 5.2. Проведение состязательных атак на сети глубокого обучения
Тема 8 Современные рекуррентные сети	4	4	1,2,3	Разбор теоретического материала темы, решение задач по темам: Задание 6. Реализация рекуррентной сети для обработки видео
Тема 9 Современные модели	6	6	1,2,3	Разбор теоретического материала темы, решение задач по темам: Задание 7. Реализация автокодировщика для раскрашивания черно-белых изображений
Итого	32	32		

4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
1	Самостоятельная работа с учебным материалом: основной учебной литературой, с дополнительной литературой	1, 2, 3	32	
	Изучение предлагаемых нейросетевых моделей и их элементов.			
2	Подготовка к лабораторным работам, к текущему контролю знаний	1, 2, 3	30	
	Разбор решенных задач, самостоятельное решение задач			
3	Подготовка к диф.зачету	1, 2, 3, 4	16	
	Повторение теоретического материала по вопросам, совпадающим с темами лекций			
Итого			78	

5. Образовательные технологии

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные и практические занятия, а также применяются следующие интерактивные формы обучения (таблица 5.1). Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на практиках, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации

Таблица 5.1

1	Портфолио	ПКС-2.3
<p>Формируемые умения: 1. Знать специфику проектирования нейросетевых моделей, основные топологии, используемые при решении различных задач</p> <p>2. Уметь формировать обучающие и тестовые выборки при исследованиях и решениях профессиональных задач</p> <p>3. Владеть навыками проектирования нейронных сетей для применения в различных областях</p> <p>4. Уметь выбирать библиотеки и фреймворки, осуществлять оптимизацию их выполнения, уметь разрабатывать модели нейронных сетей на объектно-ориентированных языках</p>		
<p>Краткое описание применения: Формируется из сданных студентами практических работ</p>		

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии. (таблица 5.2).

Таблица 5.2

Информирование	Адрес почты – сообщается на первом занятии
Консультирование	Адрес почты – сообщается на первом занятии
Контроль	Адрес почты – сообщается на первом занятии
Размещение учебных материалов	https://yadi.sk/d/KJAwX_ws3SYVRD

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине «Теория и практика нейронных сетей» проводится текущая и промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине).

Текущая аттестация по дисциплине «Теория и практика нейронных сетей» осуществляется на практических занятиях и заключается в сдаче решенных задач, составляющих портфолио. По результатам текущей аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» по результатам сдачи решенных задач является одним из условий успешного прохождения промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине) проводится в форме устного диф.зачета. Результаты промежуточной аттестации по дисциплине оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

В таблице 6.1 представлено соответствие форм аттестации заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.1

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы аттестации	
		1 этап - портфолио	2 этап – дифф.зачет
ПКС-2	ПКС-2.3 Уметь применять знания в области разработки ПО в предметной области	+	+

Требования к структуре и содержанию портфолио, оценочные средства, а также критерии оценки сформированности компетенций и освоения дисциплины в целом, представлены в Фонде оценочных средств, являющемся приложением 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

7. Литература

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] / А.И. Галушкин. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111043>. — Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

Таблица 7.1

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	Журнал «Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://journals.nsu.ru/jit/ . – Загл. с экрана	Полнотекстовые электронные копии статей в области вычислительных методов (с 2006 года).
2	Портал habr – Режим	Интернет-портал, содержащий технические публикации в

доступа: https://habr.com/ru/all/ . – Загл. с экрана	научно-популярной форме
---	-------------------------

8. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Учебно-методическое обеспечение

Кугаевских А.В. Теория и практика нейронных сетей [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс / А.В. Кугаевских; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск, [2019]. - Режим доступа: https://yadi.sk/d/KJAwX_ws3SYVRD. - Загл. с экрана.

8.2. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Перечень специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины представлен в таблице 8.1.

Специализированное программное обеспечение

Таблица 8.1

№	Наименование ПО	Назначение
1	Microsoft Visual Studio Professional 2019	Среда разработки приложений
2	Eclipse 2019	Среда разработки приложений

9. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2015 г., электронные книги (2005-2016 гг.), коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)

3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (коллекция Computer Science)

4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI

5. БД Scopus (Elsevier)

6. Лицензионные материалы на сайте eLibrary.ru

10. Материально-техническое обеспечение

Таблица 10.1

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных занятий
2	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы

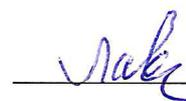
Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ



М.М. Лаврентьев

«03» июля 2019 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплине Теория и практика нейронных сетей

Направление подготовки: 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очная

Год обучения: 3, семестр 6

Форма аттестации	Семестр
Дифференцированный зачет	6

Новосибирск 2019

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине является **Приложением 1** к рабочей программе дисциплины «Теория и практика нейронных сетей», реализуемой в рамках образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Программная инженерия и компьютерные науки.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине утвержден решением ученого совета факультета информационных технологий, протокол № 75 от 02.07.2019.

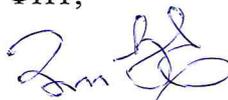
Разработчики:

доцент кафедры компьютерных технологий ФИТ,
кандидат технических наук



А.В.Кугаевских

Заведующий кафедрой компьютерных технологий ФИТ,
доктор технических наук



В.Е.Зюбин

Ответственный за образовательную программу:

доцент кафедры систем информатики ФИТ,
кандидат технических наук



А.А. Романенко

1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория и практика нейронных сетей» проводится по завершению периода освоения образовательной программы (семестра) для оценки сформированности компетенций в части следующих индикаторов достижения компетенции (таблица П1.1).

Таблица П1.1

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины «Теория и практика нейронных сетей»	Семестр 6	
		1 этап - портфолио	2 этап - диф.зачет
	ПКС-2 Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов		
ПКС-2.3	Уметь применять знания в области разработки ПО в предметной области	+	+

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория и практика нейронных сетей» проводится в форме устного дифф.зачета. Результаты промежуточной аттестации по дисциплине оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации

Тематика вопросов соответствует разделам (темам) дисциплины «Прикладные алгоритмы обработки цифровых изображений»:

- Вопрос 1. Понятие формального нейрона. Виды функций активации
- Вопрос 2. Принципы обучения нейросетей. Обратное распространение ошибки. Правило Хебба. Конкурентное обучение. Принцип WTA.
- Вопрос 3. Обучающая, тестовая и валидационная выборки. Выбор признаков.
- Вопрос 4. Метрики работы нейросетей. Accuracy, precision, recall. F-мера. ROC и AUC.
- Вопрос 5. Архитектура многослойного персептрона
- Вопрос 6. Эффекты переобучения, кросс-валидация, регуляризация
- Вопрос 7. Сеть Эльмана. Сеть Вольтерри
- Вопрос 8. Сеть Фальмана. RMLP
- Вопрос 9. RBF-сеть
- Вопрос 10. Адаптивно-резонансная теория
- Вопрос 11. Самоорганизующиеся карты Кохонена
- Вопрос 12. Сеть Хопфилда. Сеть Хемминга
- Вопрос 14. Ассоциативная память
- Вопрос 15. Нейронечеткие модели. Нейробайесовские модели
- Вопрос 16. Сверточные нейросети
- Вопрос 17. Сети глубокого обучения
- Вопрос 18. Состязательные атаки
- Вопрос 19. LSTM
- Вопрос 20. Автокодировщики
- Вопрос 21. GAN
- Вопрос 22. Импульсные нейронные сети
- Вопрос 23. ELM
- Вопрос 24. Cellular neural network
- Вопрос 25. Neural Turing Machine

1.2. Порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам всех выполненных и сданных в течение семестра заданий.

Оценка «зачтено» за выполненные задания выставляется при выполнении всех следующих условий:

- 1) При решении каждой из задач обучающийся должен изложить:
 - а) необходимый для ее решения теоретический материал,
 - б) указать методику решения,
 - в) привести само решение задачи,
 - г) указать особенности применения используемых алгоритмов,
- 2) Все задачи в задании решены правильно.

Дифференцированный зачет проводится в виде собеседования. Оценка за освоение дисциплины выставляется по результатам собеседования с учетом оценивания портфолио работ студента

2. Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения промежуточной аттестации по дисциплине, представлен в таблице П1.3.

Таблица П1.3

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Портфолио	Целевая подборка работ студента, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах.	Структура портфолио
2	Диф.зачет	Комплекс вопросов	Список вопросов

2.1 Требования к структуре и содержанию оценочных средств аттестации

2.1.1 Требования к структуре и содержанию портфолио

Портфолио должно содержать результаты 7 выполненных заданий по следующим темам:

- Основные понятия нейронных сетей;
- Многослойный персептрон;
- Классические топологии сетей;
- Сверточные сети;
- Глубокое обучение;
- Современные рекуррентные сети;
- Современные модели;

3. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица П1.5

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован	Пороговый уровень	Базовый уровень	Продвинутый уровень
ПКС-2	Портфолио	ПКС-2.3 Уметь применять знания в области разработки ПО в предметной области	Отсутствуют знания по всем темам	Имеется понимание основных понятий и глубокого обучения	Способен выбрать топологию и механизм реализации для различных задач	Демонстрирует глубокое понимание по всем темам
ПКС-2	Дифф.зачет	ПКС-2.3 Уметь применять знания в области разработки ПО в предметной области	Отсутствие ответа на основной и дополнительный вопрос	Демонстрирует слабое понимание по заданному вопросу	Способен в достаточной мере сформулировать ответ на вопрос	Демонстрирует глубокое понимание по заданному вопросу

4. Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине

В 6 семестре результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если хотя бы одна компетенция не сформирована.

