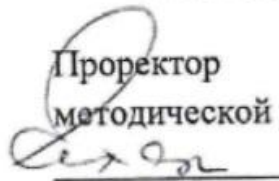


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ИНКЛЮЗИВНОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Прикладная математика и  
информатика  
Кафедра Цифровых технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-  
методической работе  
 Сахарчук Е.С.  
«27» 01 2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

образовательная программа направления подготовки  
01.04.02 "Прикладная математика и информатика"  
Б1.О.07 «Дисциплины (модули)», обязательная часть

Профиль подготовки  
Математическое и информационное обеспечение цифровой экономики

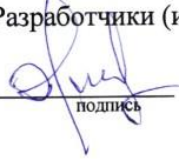
Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения: очная

Курс 2 семестр 3

Москва  
2022

Разработчики (и): МГГЭУ, доцент кафедры цифровых технологий  
место работы, занимаемая должность

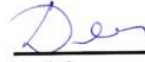
 Никольский А.Е. 14.03 2022 г.  
подпись Ф.И.О. Дата

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры  
цифровых технологий  
(протокол № 4 от « 21 » 03 2022 г.)

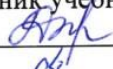
на заседании Учебно-методического совета МГГЭУ  
(протокол № 1 от « 27 » 04 2022 г.)

Согласовано:

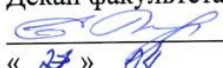
Представитель работодателя  
или объединения работодателей

 / Демидов Л.Н. /  
АО «Микропроцессорные системы»  
к.т.н., доцент  
(должность, место работы)  
« 27 » 03 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления  
 И.Г. Дмитриева  
« 27 » 04 2022 г.

Начальник методического отдела  
 Д.Е. Гапеев  
« 27 » 04 2022 г.

Декан факультета ПМИИ  
 Е.П. Петрунина  
« 27 » 04 2022 г.

## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств...	4
2. Перечень оценочных средств .....	19
3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций .....	20
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций .....	23
Материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.....	23

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Нечеткое моделирование»

Оценочные средства составляются в соответствии с рабочей программой дисциплины и представляют собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.), предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов обучения.

Оценочные средства используются при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Таблица 1 - Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

<b>Код и содержание компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенции</b>
ОПК-1	<p>Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики</p> <p>ОПК-1.1 Знает основные понятия, идеи, методы, связанные с фундаментальной и прикладной математикой, методы математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания.</p> <p>ОПК-1.2 Умеет самостоятельно находить взаимосвязь между различными понятиями, используемыми в изучаемых дисциплинах, применять методы фундаментальной и прикладной математики для решения профессиональных задач; применять методы математического моделирования в прикладных областях.</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, навыками анализа математических проблем; понятийным и формальным математическим аппаратом.</p>
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

	<p>ОПК-3.1 Знает основные задачи и области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования и методики исследования моделей; базовые и методологические основы построения и анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности; основные приоритетные направления и критические технологии в научно-исследовательской работе.</p> <p>ОПК-3.2 Умеет ориентироваться в круге основных проблем, возникающих в различных областях профессиональной деятельности и использовать методы анализа и синтеза для получения новых научных знаний; ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов на основе проведенного анализа; применять методы математического моделирования к решению конкретных задач,</p>
	<p>строить математические алгоритмы и реализовывать их с помощью языков программирования.</p> <p>ОПК-3.3 Владеет методологией математического моделирования; навыками применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыками построения и реализации основных математических алгоритмов; определенными навыками построения концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач, навыками самостоятельной научной работы и работы в научном коллективе.</p>

Конечными результатами освоения дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках контактной работы, включающей различные виды занятий и самостоятельной работы, с применением различных форм и методов обучения (табл.2).

Таблица 2 - Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины:

Код компетенции	Уровень освоения компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Вид учебных занятий <sup>1</sup> , работы, формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенций <sup>2</sup>	Контролируемые разделы и темы дисциплины <sup>3</sup>	Оценочные средства, используемые для оценки уровня сформированности компетенции <sup>4</sup>
ОПК-1		<i>Знает</i>			
	Недостаточный уровень	ОПК-1. Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины. Не знает основные понятия, идеи, методы, связанные с фундаментальной и прикладной математикой, методы математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений, возможные сферы их связи и	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств 2. Основы нечеткой арифметики 3. Основы теории нечетких отношений 4. Основы нечеткого логического вывода 5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные продукционные сети 6. Нейронные нечеткие сети 7. Нечеткие модели с	Текущий контроль – устный опрос.

<sup>1</sup> Лекционные занятия, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа...

<sup>2</sup> Необходимо указать активные и интерактивные методы обучения (например, интерактивная лекция, работа в малых группах, методы мозгового штурма и т.д.), способствующие развитию у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

<sup>3</sup> Наименование темы (раздела) берется из рабочей программы дисциплины.

<sup>4</sup> Оценочное средство должно выбираться с учетом запланированных результатов освоения дисциплины, например:

«Знать» – собеседование, коллоквиум, тест...

«Уметь», «Владеть» – индивидуальный или групповой проект, кейс-задача, деловая (ролевая) игра, портфолио...

		приложения в других областях математического знания		представлением на основе графов	
Базовый уровень	ОПК-1.1. Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала. Имеет несистематизированные знания об основных понятиях, идеях, методах, связанных с фундаментальной и прикладной математикой.	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.		1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств 2. Основы нечеткой арифметики 3. Основы теории нечетких отношений 4. Основы нечеткого логического вывода 5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные 6. продукционные сети Нейронные 7. нечеткие сети Нечеткие модели с представлением на основе графов	Текущий контроль – устный опрос.

Средний уровень	ОПК-1.1. Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Знает основные понятия, идеи, методы, связанные с фундаментальной и прикладной математикой, методы математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>6. Нечеткие нейронные продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> </ol>		Текущий контроль – устный опрос.
			<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Нечеткие модели с представлением на основе графов</li> </ol>		



<p>Высокий уровень</p>	<p>ОПК-1.1. Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины. Показывает глубокое знание и понимание основных понятий, идей, методов, связанных с фундаментальной и прикладной математикой, методов математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания</p>	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>6. Нечеткие нейронные</li> <li>7. продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> </ol> <p>Нечеткие модели с представлением на основе графов</p>	<p>Текущий контроль – устный опрос.</p>
	<p><i>Умеет</i></p>			

Базовый уровень	ОПК-1.2. Студент испытывает затруднения при поиске взаимосвязей между различными понятиями, используемыми в изучаемых дисциплинах.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств Основы нечеткой арифметики Основы теории нечетких отношений</li> <li>2. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>3. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>4. Нечеткие нейронные</li> <li>5. продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> <li>6. Нечеткие модели с представлением на основе графов</li> <li>7.</li> </ol>	Текущий контроль – устный опрос.
Средний уровень	ОПК-1.2. Студент умеет находить взаимосвязь между различными понятиями, используемыми в изучаемых дисциплинах, применять методы фундаментальной и прикладной математики для решения профессиональных задач.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств Основы нечеткой арифметики Основы теории нечетких отношений</li> <li>2. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>3. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>4. Нечеткие нейронные</li> <li>5. продукционные сети Нейронные</li> <li>6.</li> <li>7.</li> </ol>	Текущий контроль – устный опрос.

				нечеткие сети Нечеткие модели представлением на основе	с	
--	--	--	--	--	---	--

				графов	
--	--	--	--	--------	--

Высокий уровень	ОПК-1.2. Студент умеет самостоятельно находить взаимосвязь между различными понятиями, используемыми в изучаемых дисциплинах, применять методы фундаментальной и прикладной математики для решения профессиональных задач; применять методы математического моделирования в прикладных областях.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные продукционные сети</li> <li>6. Нейронные нечеткие сети</li> <li>7. Нечеткие модели с представлением на основе графов</li> </ol>	Текущий контроль – устный опрос.
	<i>Владеет</i>			

<p>Базовый уровень</p>	<p>ОПК-1.3. Студент владеет основными навыками построения и реализации основных математических алгоритмов.</p>	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>6. Нечеткие нейронные</li> <li>7. продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> </ol> <p>Нечеткие модели с представлением на основе графов</p>	<p>Текущий контроль – устный опрос.</p>
<p>Средний уровень</p>	<p>ОПК-1.3. Студент владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, навыками анализа математических проблем.</p>	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>6. Нечеткие нейронные</li> <li>7. продукционные сети Нейронные</li> </ol>	<p>Текущий контроль – устный опрос.</p>

			<p>нечеткие сети</p> <p>Нечеткие модели представлением на основе</p>	c
--	--	--	--	---

				графов	
Высокий уровень	ОПК-1.3. Студент владеет знаниями всего изученного материала, владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, навыками анализа математических проблем; понятийным и формальным математическим аппаратом.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	1. Классификация систем нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств 2. Основы нечеткой арифметики 3. Основы теории нечетких отношений 4. Основы нечеткого логического вывода 5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные 6. продукционные сети	и	Текущий контроль – устный опрос.

				Нейронные нечеткие сети Нечеткие модели представлением на основе графов	с
<i>ОПК-3</i>		<i>Знает</i>			
	Недостаточный уровень	ОПК-3. Студент не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины. Не знает основных задач и области применения методов математического моделирования; особенностей объектов моделирования и методики исследования моделей; базовых и	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	1. Классификация систем нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств 2. Основы нечеткой арифметики 3. Основы теории нечетких отношений 4. Основы нечеткого логического вывода 5. Основы нечеткого логического вывода Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные продукционные сети	и и
					Текущий контроль – устный опрос.

	<p>методологических основ построения и анализа математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности; основных приоритетных направлений и критических технологий в научно-исследовательской работе.</p>		<p>6. Нейронные нечеткие сети 7. Нечеткие модели представлением на основе графов</p>	
<p>Базовый уровень</p>	<p>ОПК-3.1. Студент усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала. Имеет несистематизированные знания об основных задачах и области применения методов математического моделирования; особенностях объектов моделирования и методики исследования моделей.</p>	<p>Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.</p>	<p>1. Классификация систем нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств 2. Основы нечеткой арифметики 3. Основы теории нечетких отношений 4. Основы нечеткого логического вывода Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. 6. Нечеткие нейронные 7. продукционные сети Нейронные нечеткие сети Нечеткие модели представлением на основе графов</p>	<p>Текущий контроль – устный опрос.</p>



Средний уровень	ОПК-3.1. Студент способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Знает основные задачи и	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия,	1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств 2. Основы нечеткой арифметики 3. Основы теории нечетких	4. отношений Основы нечеткого логического вывода 5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. 6. Нечеткие нейронные 7. продукционные сети Нейронные нечеткие сети Нечеткие модели с представлением на основе графов	Текущий контроль – устный опрос.
	области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования и методики исследования моделей; базовые основы построения математических моделей при решении задач в области профессиональной деятельности.	самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.			

<p>Высокий уровень</p>	<p>ОПК-3.1. Студент знает, понимает, выделяет главные положения в изученном материале и способен дать краткую характеристику основным идеям проработанного материала дисциплины. Показывает глубокое знание и понимание основных задач и области применения методов математического моделирования; особенностей объектов моделирования и методики исследования моделей; базовых и методологических основ построения и анализа математических моделей при решении задач в области</p>	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>6. Нечеткие нейронные</li> <li>7. продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> </ol> <p>Нечеткие модели с представлением на основе графов</p>	<p>Текущий контроль – устный опрос.</p>
------------------------	--	--	--	---

	<p>профессиональной деятельности; основных приоритетных направлений и критических технологий в научно-исследовательской работе.</p>			
	<p><i>Умеет</i></p>			

<p>Базовый уровень</p>	<p>ОПК-3.2. Студент испытывает затруднения при ориентировании в круге основных проблем, возникающих в различных областях профессиональной деятельности. Студент непоследовательно использует методы анализа и синтеза для получения новых научных знаний.</p>	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.</p>	<p>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств  2. Основы нечеткой арифметики  3. Основы теории нечетких отношений  4. Основы нечеткого логического вывода  Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные  5. Нейронные нечеткие сети  6. Нечеткие модели представлением на основе графов  7. Нечеткие модели представлением на основе графов</p>	<p>Текущий контроль – устный опрос.</p>
<p>Средний уровень</p>	<p>ОПК-3.2. Студент умеет ориентироваться в круге основных проблем, возникающих в различных областях профессиональной деятельности и использовать методы анализа и синтеза для получения новых научных</p>	<p>Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача</p>	<p>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств  2. Основы нечеткой арифметики  3. Основы теории нечетких отношений  4. Основы нечеткого логического вывода</p>	<p>Текущий контроль – устный опрос.</p>

		знаний; ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов на основе проведенного анализа.	промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные продукционные сети Нейронные 6. нечеткие сети 7. Нечеткие модели с представлением на основе графов	
Высокий уровень	ОПК-3.2. Студент умеет самостоятельно ориентироваться в круге основных проблем, возникающих в различных областях профессиональной деятельности и использовать методы анализа и синтеза для получения новых научных знаний; ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов на основе проведенного анализа; применять методы математического моделирования к решению конкретных задач, строить	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств 2. Основы нечеткой арифметики 3. Основы теории нечетких отношений 4. Основы нечеткого логического вывода 5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные продукционные сети Нейронные нечеткие сети Нечеткие модели с представлением на основе графов	Текущий контроль – устный опрос.	

	математические алгоритмы и реализовывать их с помощью языков программирования.			
	<i>Владеет</i>			
Базовый уровень	ОПК-3.3. Студент владеет основной методологией математического моделирования; базовыми навыками применения математического инструментария.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>6. Нечеткие нейронные</li> <li>7. продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> </ol> <p>Нечеткие модели с представлением на основе графов</p>	Текущий контроль – устный опрос.

Средний уровень	ОПК-3.3. Студент владеет методологией математического моделирования; навыками применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыками построения и реализации	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей. Нечеткие нейронные</li> </ol>	Текущий контроль – устный опрос.
	основных математических алгоритмов.		<ol style="list-style-type: none"> <li>6. продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> <li>7. Нечеткие модели с представлением на основе графов</li> </ol>	

Высокий уровень	ОПК-3.3. Студент владеет знаниями всего изученного материала, владеет методологией математического моделирования; навыками применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыками построения и реализации основных математических алгоритмов; определенными навыками построения концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач, навыками самостоятельной научной работы и работы в научном коллективе.	Лекционные и практические занятия, работа в малых группах, интерактивная лекция, дискуссия, самостоятельная работа обучающихся, подготовка и сдача промежуточной аттестации, подготовка и сдача зачета.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация систем и нечетких моделей. Основы теории нечетких множеств</li> <li>2. Основы нечеткой арифметики</li> <li>3. Основы теории нечетких отношений</li> <li>4. Основы нечеткого логического вывода</li> <li>5. Гибридизация нечетких и нейросетевых моделей.</li> <li>6. Нечеткие нейронные</li> <li>7. продукционные сети Нейронные нечеткие сети</li> </ol> <p>Нечеткие модели с представлением на основе графов</p>	Текущий контроль – устный опрос.
-----------------	---	---	--	----------------------------------

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>

Таблица 3

№	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
---	----------------------------------	------------------------------------	---

<sup>1</sup> Указываются оценочные средства, применяемые в ходе реализации рабочей программы данной дисциплины.

1	Устный опрос	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
---	--------------	--	--------------------------------------



### **3. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Оценивание результатов обучения по дисциплине «Нечеткое моделирование» осуществляется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль (осуществление контроля всех видов аудиторной и внеаудиторной деятельности обучающегося с целью получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания дисциплины) и промежуточная аттестация (оценивается уровень и качество подготовки по дисциплине в целом).

Показатели и критерии оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения данной дисциплины, описаны в табл. 4.

Таблица 4.

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК-1		Знает	
	Недостаточный уровень Оценка «незачтено»	ОПК-1.1.	<i>Не знает значительной части материала курса, не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины</i>
	Базовый уровень Оценка «зачтено»	ОПК-1.1.	<i>Знает не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения в его применении</i>
	Средний уровень Оценка «зачтено»	ОПК-1.1.	<i>Знает основную часть материала курса, способен применить изученный материал на практике, испытывает незначительные затруднения в решении задач</i>
	Высокий уровень Оценка «зачтено»	ОПК-1.1.	<i>Показывает глубокое знание и понимание материала, способен применить изученный материал на практике</i>
		Умеет	
	Базовый уровень	ОПК-1.2.	<i>Умеет воспроизвести не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения при решении практических задач</i>
	Средний уровень	ОПК-1.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, испытывает незначительные затруднения в решении задач</i>
	Высокий уровень	ОПК-1.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, показывает глубокое знание и понимание материала, способен решить задачу при изменении формулировки</i>
		Владеет	
	Базовый уровень	ОПК-1.3.	<i>Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала. Имеет несистематизированные знания основных разделов дисциплины.</i>
	Средний уровень	ОПК-1.3.	<i>Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
	Высокий уровень	ОПК-1.3.	<i>Свободно владеет навыками теоретического и экспериментального исследования, показывает глубокое знание и понимание изученного материала</i>

ОПК-3		Знает	
	Недостаточный уровень Оценка «незачтено»	ОПК-3.1.	<i>Не знает значительной части материала курса, не способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале дисциплины</i>
	Базовый уровень	ОПК-3.1.	<i>Знает не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения в его</i>

	Оценка «зачтено»		<i>применении</i>
	Средний уровень Оценка «зачтено»	ОПК-3.1.	<i>Знает основную часть материала курса, способен применить изученный материал на практике, испытывает незначительные затруднения в решении задач</i>
	Высокий уровень Оценка «зачтено»	ОПК-3.1.	<i>Показывает глубокое знание и понимание материала, способен применить изученный материал на практике</i>
		Умеет	
	Базовый уровень	ОПК-3.2.	<i>Умеет воспроизвести не менее 50 % основного материала курса, однако испытывает затруднения при решении практических задач</i>
	Средний уровень	ОПК-3.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, испытывает незначительные затруднения в решении задач</i>
	Высокий уровень	ОПК-3.2.	<i>Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением полученных знаний, показывает глубокое знание и понимание материала, способен решить задачу при изменении формулировки</i>
		Владеет	
	Базовый уровень	ОПК-3.3.	<i>Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, усвоил основное содержание материала дисциплины, но имеет пробелы в усвоении материала. Имеет несистематизированные знания основных разделов дисциплины.</i>
	Средний уровень	ОПК-3.3.	<i>Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, способен самостоятельно выделять главные положения в изученном материале. Испытывает незначительные затруднения в решении задач.</i>
	Высокий уровень	ОПК-3.3.	<i>Свободно владеет навыками теоретического и экспериментального исследования, показывает глубокое знание и понимание изученного материала</i>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения**

##### **Задания в форме устного опроса:**

Устный опрос используется для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине в качестве проверки результатов освоения терминологии. Каждому студенту выдается свой собственный, узко сформулированный вопрос. Ответ должен быть четким и кратким, содержащим все основные характеристики описываемого понятия, института, категории.

#### **5. Материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

##### **Задания в форме устного опроса Семестр 3**

###### **Раздел 1:**

1. Классификация и характеристика систем.
2. Основные понятия и определения теории множеств.
3. Определение и обозначение множества.
4. Основные операции над множествами.
5. Свойства операций над множествами.
6. Основные понятия и определения теории нечетких множеств.
7. Способы задания нечетких множеств и их основные характеристики.

###### **Раздел 2:**

1. Определение и характеристики нечетких чисел.
2. Операции над нечеткими числами на основе интервального метода.
3. Операции над нечеткими числами на основе принципа нечеткого обобщения Л.Заде

###### **Раздел 3:**

1. Определения, типы и способы представления нечетких отношений.
2. Типы нечетких отношений.
3. Способы представления нечетких отношений.
4. Основные понятия.
5. Операции над нечеткими отношениями.
6. Свойства нечетких унарных отношений.

###### **Раздел 4:**

1. Нечеткие продукционные модели, определение, компоненты.
2. Схемы нечеткого вывода.

3. Создание базы нечетких продукционных правил.
4. Введение нечеткости.
5. Агрегирование степеней истинности нечетких высказываний предпосылок по каждому правилу.
6. Активизация заключений правил.
7. Аккумуляция активизированных заключений правил.
8. Приведение к четкости.
9. Параметрическая оптимизация конечной базы нечетких правил

#### **Раздел 5:**

1. Сопоставление интеллектуальных технологий (моделей).
2. Основные направления развития нечетких технологий.
3. Основные направления развития нейросетевых технологий.
4. Классификация нечетких нейронных продукционных моделей.
5. Нечеткие нейронные продукционные сети с параметрической оптимизацией правил на основе алгоритмов обучения.
6. Нечеткие нейронные продукционные сети типа ANFIS (Adaptive Network-based Fuzzy Interference System)

#### **Раздел 6:**

1. Классификация нейронных нечетких моделей.
2. Нейронные нечеткие сети с выделением нечеткости в структуру.
3. Нейронные нечеткие сети с наделением нейронов нечеткостью
4. Сети на основе нейронов, реализующих нечеткие операции.
5. Нейроны, реализующие нечеткие операции.

#### **Раздел 7:**

1. Нечеткие модели с представлением на основе графов.
2. Типы проблемно-ориентированных нечетких моделей.
3. Нечеткие оценочные модели.
4. Нечеткие байесовские сети

#### **Контролируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-3.**

*Оценка компетенций осуществляется в соответствии с таблицей 4.*

#### **Вопросы к зачету**

##### **Семестр 3**

1. Определение, обозначение, способы задания и примеры нечетких множеств.
2. Основные характеристики нечетких множеств (носитель нечеткого множества, высота нечеткого множества, нормальное и субнормальное нечеткое

множество, унимодальное нечеткое множество, точка перехода нечеткого множества, ядро нечеткого множества, синглтон).

3. Нечеткое множество  $n$ -типа. Множество  $\square$ -уровня. Модуль нечеткого множества (скалярная мощность, относительная мощность).

4. Стандартные операции над нечеткими множествами, их определения (равенство, включение, строгое включение, дополнение, пересечение, объединение, разность, дизъюнктивная сумма, четкое множество, ближайшее к нечеткому множеству, декартово произведение нечетких множеств).

5. Свойства стандартных операций над нечеткими множествами (инволютивность, коммутативность, ассоциативность, дистрибутивность, идемпотентность, поглощение, тождественность, закон де Моргана, эквивалентность, симметричная разностная формула).

6. Расширенные операции над нечеткими множествами: операции дополнения (стандартное нечеткое дополнение, нечеткое дополнение Ягера); операции пересечения нечетких множеств (стандартное нечеткое пересечение, нечеткое пересечение Ягера, алгебраическое произведение, граничное произведение, драстическое произведение,  $\square$ сумма); операции объединения нечетких множеств (стандартное нечеткое объединение, нечеткое объединение Ягера, алгебраическая сумма, граничная сумма, драстическая сумма,  $\square$ сумма);

7. Операции определения сходства/различия между нечеткими множествами (нечеткая разность, дизъюнктивная сумма, ограниченная разность, несвязная сумма), определения, примеры.

8. Расстояние между нечеткими множествами (нечеткое хэммингово расстояние, относительное хэммингово расстояние, нечеткое эвклидово расстояние, относительное эвклидово расстояние, нечеткое расстояние Минковского).

9. Дополнительные операции над нечеткими множествами (умножение на число, возведение в степень, концентрирование, растяжение, выпуклая комбинация).

10. Операции  $t$ - и  $s$ -норм над нечеткими множествами, определения, свойства, примеры.

11. Показатели размытости нечетких множеств, их классификация, примеры.

12. Определение и характеристики нечетких чисел (интервал  $\alpha$ -уровня нечеткого числа, носитель, унимодальное нечеткое число, толерантное нечеткое число, нечеткий нуль, нечеткое положительное и отрицательное число).

13. Декомпозиция нечеткого числа.

14. Операции над нечеткими числами на основе интервального метода. Принцип нечеткого обобщения Л. Заде. Операции над нечеткими числами на основе принципа нечеткого обобщения Л. Заде.

15. Треугольные нечеткие числа (определение, операции).

16. Трапецидальные нечеткие числа (определение, операции).

17. Нечеткие числа  $(L-R)$ -типа (определение, операции).

18. Определения и основные понятия нечетких отношений. Способы представления унарных и бинарных нечетких отношений. Отношение  $\alpha$ -уровня нечеткого отношения.

19. Декомпозиция, проекция и цилиндрическое продолжение нечеткого отношения.

20. Операции над нечеткими отношениями (объединение; пересечение; алгебраическое произведение; алгебраическая сумма; дополнение; дизъюнктивная сумма; инверсия; четкое отношение, ближайшее к нечеткому отношению; композиция, разновидности композиций).
21. Свойства нечетких унарных отношений (рефлексивность, симметричность, транзитивность). Транзитивное замыкание нечетких унарных отношений.
22. Нечеткое отношение эквивалентности (определение, примеры).
23. Нечеткое отношение сходства (определение, примеры).
24. Нечеткое отношение предпорядка (определение, примеры). Нечеткое отношение порядка (определение, примеры).
25. Нечеткий гомоморфизм между нечеткими унарными отношениями.
26. Нечеткие графы. Разновидности нечетких графов, их характеристики.
27. Определение нечеткой продукционной модели. Компоненты нечетких продукционных моделей.
28. Прямой нечеткий вывод: правило «нечеткий модус поненс», этапы. Обратный нечеткий вывод: правило «нечеткий модус толенс», этапы.
29. Классы операций нечеткой импликации. Критерии оценки нечеткой импликации.
30. Основные задачи создания базы нечетких продукционных правил.
31. Формирование нечетких (простых и составных) высказываний в предпосылках и заключениях правил.
32. Классификация лингвистических продукционных правил.
33. Классификация нечетких продукционных правил с заключениями в виде четких значений или функций.
34. Типы структур базы нечетких продукционных правил (SISO-, MISO-, MIMO-структуры).
35. Способы деления пространства предпосылок нечетких продукционных правил.
36. Каскадное соединение баз нечетких продукционных правил.
37. Обеспечение полноты и непротиворечивости базы нечетких правил.
38. Основные компоненты нечетких продукционных моделей. Введение нечеткости. Агрегирование степени истинности предпосылок правил, основные операции. Активизация заключений правил, основные операции. Аккумуляция активизированных заключений правил. Приведение к четкости, классификация методов дефаззификации. Параметрическая оптимизация конечной базы нечетких правил.
39. Алгоритмы нечеткого вывода: Мамдани, Ларсена, Цукамото, Такаги–Сугено. Аппроксимационные свойства нечетких продукционных моделей.
40. Определение нечетких нейронных продукционных сетей. Классификация способов интеграции нечетких продукционных моделей с нейронными сетями.
41. Нечеткие нейронные продукционные сети типа ANFIS (описание, структура, обучение).
42. Нечеткая нейронная продукционная сеть Ванга–Менделя (описание, структура, обучение).
43. Нечеткая нейронная продукционная сеть Такаги–Сугено–Канга (описание, структура, обучение).

44. Построение функций принадлежности предпосылок и заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование предпосылок нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей.
45. Разбиение пространств входных переменных и формирование многомерных функций принадлежности предпосылок на основе нейронных сетей.
46. Определение нечетких нейронных продукционных сетей. Классификация способов интеграции нечетких продукционных моделей с нейронными сетями.
47. Нечеткие нейронные продукционные сети типа ANFIS (описание, структура, обучение).
48. Нечеткая нейронная продукционная сеть Ванга–Менделя (описание, структура, обучение).
49. Нечеткая нейронная продукционная сеть Такаги–Сугено–Канга (описание, структура, обучение).
50. Построение функций принадлежности предпосылок и заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование предпосылок нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей. Формирование заключений нечетких продукционных правил на основе нейронных сетей.
51. Разбиение пространств входных переменных и формирование многомерных функций принадлежности предпосылок на основе нейронных сетей.
52. Определение нейронных нечетких сетей. Способы введения нечеткости в компоненты нейронных сетей.
53. Нейронные нечеткие сети с введением нечеткости в структуру нейронных сетей. Нечеткий многослойный персептрон.
54. Нейронные нечеткие сети на основе нечетких нейронов. Обычная (regular) нейронная нечеткая сеть. Нечеткие нейроны Квана и Кэи.
55. Нейронные нечеткие сети на основе нейронов, реализующих нечеткие операции. Определение. Примеры нейронов, реализующих нечеткие операции.
56. Гибридный нейро-нечеткий классификатор.
57. Деревья классификации на основе гибридных нейронных нечетких сетей.
58. Гибридные нейронные нечеткие сети для реализации композиционных правил вывода.
59. Гибридные нейронные нечеткие сети для извлечения нечетких правил из данных.
60. Нечеткая ассоциативная память Б. Коско.
61. Алгоритм постепенно возрастающего разбиения.
62. Обучение нейронных нечетких сетей. Классификация подходов к обучению нейронных нечетких сетей.
63. Обучение нейронных нечетких сетей на основе алгоритма с обратным распространением ошибки.
64. Обучение нейронных нечетких сетей с нечеткими входами и выходами и четкими весовыми коэффициентами.
65. Использование нечетких продукционных сетей в нейронных сетях. CANFISсеть.



66. Знаковые когнитивные карты (определение, построение, решаемые задачи, развитие знаковых когнитивных карт). Нечеткие когнитивные карты Б. Коско (определение, построение, модель динамики, решаемые задачи).

67. Нечеткие когнитивные карты В. Силова (определение, построение, системные характеристики, решаемые задачи).

68. Нечеткие сети Петри. Определение. Классификация. Задачи, решаемые с использованием нечетких сетей Петри.

69. Нечеткие байесовские сети (определение, способы введения нечеткости в байесовские сети, нечеткое байесово правило).

70. Нечеткие ситуационные сети. Определение. Представление нечеткой ситуации. Задачи, решаемые с использованием нечетких ситуационных сетей.

**Контролируемые компетенции: ОПК-1, ОПК-3.**

*Оценка компетенций осуществляется в соответствии с таблицей 4.*