

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Математическое моделирование биологических процессов**

Направление подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль)

Микробиология

Квалификация выпускника

**магистр**

---

Воронеж

### 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование биологических процессов» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере технологий комплексной переработки мясного и молочного сырья);
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности.

В рамках освоения программы магистратуры выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: *научно-исследовательский; экспертно-аналитический.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень образования - магистратура).

### 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-8	Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-8</sub> – Применяет различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники для решения инновационных задач в профессиональной деятельности
			ИД-2 <sub>ОПК-8</sub> – Демонстрирует знания в области применения современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 <sub>ОПК-8</sub> – Применяет различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники для решения инновационных задач в профессиональной деятельности	Знает: различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники
	Умеет: применять различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники для решения инновационных задач в профессиональной деятельности
	Владеет: методами математического моделирования в сфере биологии при организации производства продуктов питания
ИД-2 <sub>ОПК-8</sub> – Демонстрирует знания в области применения современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности	Знает: современное исследовательское и лабораторное оборудование
	Умеет: проводить исследования на современной исследовательской аппаратуре и вычислительной технике
	Владеет: навыками применения знаний в области применения современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности

### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части «Дисциплины/модули» Блока 1 ОП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: *Современные проблемы биологии, История и методология биологии, Учение о биосфере.*

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин и практик: *Основы научно-исследовательской деятельности, Компьютерные технологии в биологии, Учебная практика, ознакомительная практика, Производственная практика, преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа, практической подготовки, подготовке к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы проведения государственной итоговой аттестации.*

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	72	72
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	36,1	36,1
Лекции	-	-
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические/лабораторные занятия	36	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	-	-
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	35,9	35,9
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	12	12
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	12	12
Домашнее задание, реферат	11,9	11,9

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### 5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, ак.ч
1	Введение. Математические модели в биологии	Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в разных науках. Компьютерные и математические модели. История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Регрессионные, имитационные, качественные модели. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Специфика моделирования живых систем. Виды современные исследовательской аппаратуры и вычислительной техники.	24
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости с применением современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники. Решение линейного дифференциального уравнения.	24
3	Модели биологических систем, описываемые системой Дифференциальных уравнений	Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с неперекрывающимися поколениями. Дискретное логистическое уравнение. Диаграмма и лестница Ламерея. Типы решений при разных значениях параметра: монотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания.	23,9
		<i>Вид аттестации (зачет)</i>	0,1

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ (С), ак. ч	СРО, ак. ч
1	Введение. Математические модели в биологии	-	12	12
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	-	12	12
3	Модели биологических систем, описываемые системой Дифференциальных уравнений	-	12	11,9
<i>Вид аттестации (зачет)</i>			0,1	

### 5.2.1 Лекции не предусмотрены

### 5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Введение. Математические модели в биологии	Составление дифференциального уравнения. Решение линейного дифференциального уравнения общего вида. Стационарное состояние. Устойчивость стационарного состояния. Формула Тейлора.	12
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Анализ некоторых моделей роста популяции. Модель Мальтуса. Модель Ферхюльста. Модель проточного култиватора.	12
3	Модели биологических систем, описываемые системой Дифференциальных уравнений	Система двух автономных линейных уравнений дифференциальных уравнений. Их решение. Типы особых точек. Система двух автономных дифференциальных уравнений. Фазовая плоскость. Изоклины. Построение фазовых портретов. Исследование устойчивости стационарных состояний. Модель Вольтерра. Колебательные системы. Модель Брюсселятора.	12

### 5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Введение. Математические модели в биологии	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	4
		Домашнее задание, реферат	4
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	4
		Домашнее задание, реферат	4
3	Модели биологических систем, описываемые системой Дифференциальных уравнений	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	4
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	4
		Домашнее задание, реферат	3,9

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### **6.1 Основная литература**

Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов . — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 181 с. <https://urait.ru/bcode/512499>

Мамадалиева, Л. Н. Математическое моделирование биологических процессов : учебное пособие. — Майкоп : МГТУ, 2019. — 148 с. <https://e.lanbook.com/book/204878>

Прохорова, Н. В. Математическое моделирование в биологии и экологии : учебное пособие. — Самара : Самарский университет, 2021. — 64 с. <https://e.lanbook.com/book/256877>

### **6.2 Дополнительная литература**

Исаева, Н. М. Математическое моделирование в биологии : учебно-методическое пособие. — Тула : ТГПУ, 2018. — 63 с. <https://e.lanbook.com/book/113619>

Приходько, М. А. Математическое моделирование . — Омск : Омский ГАУ, 2014. — 108 с. <https://e.lanbook.com/book/60683>

Каштаева, С. В. Математическое моделирование : учебное пособие. — Пермь : ПГАТУ, 2020. — 112 с. <https://e.lanbook.com/book/156708>

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

Лабораторный практикум к выполнению лабораторных работ по дисциплинам: «Основы моделирования биологических процессов и систем» и «Математическое моделирование биологических процессов и систем» : учебное пособие / составители Э. А. Алиев, Г. М. Пирбудагов. — Махачкала : ДГТУ, 2019. — 150 с. <https://e.lanbook.com/book/145814>

Кузнецов, Ю. А. Математическое моделирование биологических процессов : учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. — 72 с. <https://e.lanbook.com/book/153522>

### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
АИБС «МегаПро»	<a href="https://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsuet.ru">http://education.vsuet.ru</a>

### **6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр. (указать средства, необходимы для реализации дисциплины).

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

#### **Справочно-правовые системы**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

<b>Учебная аудитория для проведения учебных занятий №403</b>	Ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].
<b>Учебная аудитория для проведения учебных занятий №434</b>	Компьютер, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].
<b>Помещение для самостоятельной работы № 416</b>	Компьютеры - 2 шт., ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].

### **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины (модуля) включают:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		3 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	72	72
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	16,1	16,1
Лекции	-	-
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические/лабораторные занятия	16	16
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	-	-
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	55,9	55,9
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	18	18
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	18	18
Домашнее задание, реферат	19,9	19,9

---

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Математическое моделирование биологических процессов**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-8	Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-8</sub> – Применяет различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники для решения инновационных задач в профессиональной деятельности ИД-2 <sub>ОПК-8</sub> – Демонстрирует знания в области применения современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 <sub>ОПК-8</sub> – Применяет различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники для решения инновационных задач в профессиональной деятельности	Знает: различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники
	Умеет: применять различные виды современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники для решения инновационных задач в профессиональной деятельности
	Владеет: методами математического моделирования в сфере биологии при организации производства продуктов питания
ИД-2 <sub>ОПК-8</sub> – Демонстрирует знания в области применения современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности	Знает: современное исследовательское и лабораторное оборудование
	Умеет: проводить исследования на современной исследовательской аппаратуре и вычислительной технике
	Владеет: навыками применения знаний в области применения современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение. математические модели в биологии	ОПК-8	Тест	1-50	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	51-60	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	61-70	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Реферат/До	71-90	Проверка преподавателем

			машнее задание		Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
2	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	ОПК-8	Тест	1-50	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	51-60	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	61-70	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Реферат/До машнее задание	71-90	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
3	Модели биологических систем, описываемые системой дифференциальных уравнений	ОПК-8	Тест	1-50	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	51-60	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Собеседование (задания для лабораторной работы)	61-70	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Реферат/До машнее задание	71-90	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Реферат/До машнее задание	71-90	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»

### 3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, тестовые задания и самостоятельно (домашнее задание, реферат). Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре, получает зачет автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное

освобождение и т.п.), допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета). Зачет проводится в виде тестового задания.

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 5 контрольных заданий на проверку навыков;

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

### 3.1 Тесты (тестовые задания)

#### 3.1.1 Шифр и наименование компетенции

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
1.	Модель объекта – это... <ul style="list-style-type: none"> <li>- предмет похожий на объект моделирования,</li> <li>- <b>объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели,</b></li> <li>- копия объекта,</li> <li>- шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта.</li> </ul>
2.	Объект, заменяющий реальный процесс, предмет или явление и созданный для понимания закономерностей объективной действительности, называют ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- объектом,</li> <li>- моделью,</li> <li>- заменителем,</li> <li>- <b>все вышеперечисленные варианты справедливы.</b></li> </ul>
3.	Моделирование – это ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- процесс создания моделей,</li> <li>- формальное описание процессов и явлений,</li> <li>- <b>метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей,</b></li> <li>- наблюдение моделей.</li> </ul>
4.	Основная задача модели состоит в том, чтобы ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- получить информацию о моделируемом объекте,</li> <li>- отобразить некоторые характеристические признаки объекта,</li> <li>- <b>получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта,</b></li> <li>- воспроизвести физическую форму объекта.</li> </ul>
5.	Моделировать можно ... <ul style="list-style-type: none"> <li>- объекты,</li> <li>- процессы,</li> <li>- явления,</li> <li>- <b>все вышеперечисленные варианты справедливы.</b></li> </ul>
6.	Моделирование используют, когда... <ul style="list-style-type: none"> <li>- оригинал не существует или его сложно исследовать непосредственно,</li> <li>- исследование оригинала дорого или опасно для жизни,</li> <li>- интересуют некоторые свойства оригинала,</li> <li>- <b>все вышеперечисленные варианты справедливы.</b></li> </ul>
7.	Математические модели относятся к классу... <ul style="list-style-type: none"> <li>- изобразительных моделей,</li> <li>- прагматических моделей,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- познавательных моделей,</li> <li>- <b>символических моделей.</b></li> </ul>
8.	<p>Может ли один и тот же объект иметь множество моделей?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Иногда может.</li> <li>- <b>Да.</b></li> <li>- Нет.</li> <li>- Нет правильного ответа.</li> </ul>
9.	<p>Могут ли разные объекты описываться одной моделью?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Иногда могут.</b></li> <li>- Да.</li> <li>- Нет.</li> <li>- Нет правильного ответа.</li> </ul>
10.	<p>Математической моделью объекта называют...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур,</b></li> <li>- любую символическую модель, содержащую математические символы,</li> <li>- представление свойств объекта только в числовом виде,</li> <li>- любую формализованную модель.</li> </ul>
11.	<p>По способу представления модели делят на ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- материальные (предметные) и информационные,</li> <li>- <b>знаковые и вербальные,</b></li> <li>- материальные и вербальные,</li> <li>- знаковые и информационные.</li> </ul>
12.	<p>Все информационные модели делят на ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вербальные и специальные,</li> <li>- знаковые и табличные,</li> <li>- <b>логические и вербальные,</b></li> <li>- вербальные и знаковые.</li> </ul>
13.	<p>Методами математического моделирования являются ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>аналитический,</b></li> <li>- числовой,</li> <li>- аксиоматический и конструктивный,</li> <li>- имитационный.</li> </ul>
14.	<p>Графические, табличные, математические, логические, специальные – это все модели...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- материальные,</li> <li>- вербальные информационные,</li> <li>- знаковые информационные,</li> <li>- <b>нет правильного ответа.</b></li> </ul>
15.	<p>Какие модели воспроизводят геометрические, физические и другие свойства объектов в материальной форме?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Информационные.</li> <li>- Иерархические.</li> <li>- <b>Предметные.</b></li> <li>- Все вышеперечисленные варианты справедливы.</li> </ul>
16.	<p>Какая форма математической модели отображает последовательность некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Аналитическая.</li> <li>- Графическая.</li> <li>- Цифровая.</li> <li>- <b>Алгоритмическая.</b></li> </ul>
17.	<p>Модели по фактору времени подразделяются на ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стохастические и динамические,</li> <li>- <b>статические и динамические,</b></li> <li>- статические и детерминированные,</li> <li>- нет правильного ответа.</li> </ul>
18.	<p>Модели по характеру связей подразделяются на ...</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- статические и динамические,</li> <li>- вероятностные и динамические,</li> <li>- <b>вероятностные и детерминированные,</b></li> <li>- нет правильного ответа.</li> </ul>
19.	<p>Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системой,</li> <li>- чертежом,</li> <li>- структурой объекта,</li> <li>- <b>графом.</b></li> </ul>
20.	<p>Модели, описывающие состояние системы в определенный момент времени, называются ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- динамическими,</li> <li>- <b>статическими,</b></li> <li>- предметными,</li> <li>- нет правильного ответа.</li> </ul>
21.	<p>Эффективность математической модели определяется ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>оценкой точности модели,</b></li> <li>- функцией эффективности модели,</li> <li>- соотношением цены и качества,</li> <li>- простотой модели.</li> </ul>
22.	<p>В детерминированных моделях...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- связи между входными и выходными величинами жестко заданы,</li> <li>- <b>при одинаковых входных данных каждый раз получаются одинаковые результаты,</b></li> <li>- все вышеперечисленные варианты справедливы,</li> <li>- нет правильного ответа.</li> </ul>
23.	<p>Какие программные средства помогают создавать табличные модели?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MS Word.</li> <li>- Paint.</li> <li>- <b>MS Excel.</b></li> <li>- MS Access.</li> </ul>
24.	<p>Адекватность математической модели и объекта – это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования,</b></li> <li>- полнота отображения объекта моделирования,</li> <li>- количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования,</li> <li>- объективность результата моделирования.</li> </ul>
25.	<p>Информационной моделью какого типа является файловая система компьютера?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Иерархического.</b></li> <li>- Табличного.</li> <li>- Сетевого.</li> <li>- Логического.</li> </ul>
26.	<p>Система – это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- набор отдельных элементов,</li> <li>- <b>совокупность взаимосвязанных объектов, которые называются элементами системы,</b></li> <li>- совокупность отдельных множеств,</li> <li>- нет правильного ответа.</li> </ul>
27.	<p>Состояние объекта определяется ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- количеством информации, полученной в фиксированный момент времени,</li> <li>- <b>множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели,</b></li> <li>- только физическими данными об объекте,</li> <li>- параметрами окружающей среды.</li> </ul>
28.	<p>Важнейшим признаком системы является ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ее структура,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- взаимосвязанные объекты,</li> <li>- <b>целостное функционирование,</b></li> <li>- слово «система».</li> </ul>
29.	<p>Модели по структуре подразделяются на ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- табличные, иерархические, сетевые,</li> <li>- <b>табличные, сетевые, графы,</b></li> <li>- табличные, графы, специальные,</li> <li>- нет правильного ответа.</li> </ul>
30.	<p>Изменение состояния объекта отображается в виде ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статической модели,</li> <li>- детерминированной модели,</li> <li>- <b>динамической модели,</b></li> <li>- стохастической модели.</li> </ul>
31.	<p>Какая из приведенных ниже моделей является имитационной?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- График изменения температуры воздуха в течение дня.</li> <li>- <b>Математическое моделирование биологических систем.</b></li> <li>- История болезни.</li> <li>- Фотография.</li> </ul>
32.	<p>Фазовое пространство определяется...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>множеством состояний объекта, в котором каждое состояние определяется точкой с координатами эквивалентными свойствам объекта в фиксированный момент времени,</b></li> <li>- координатами свойств объекта в фиксированный момент времени,</li> <li>- двумерным пространством с координатами x,y,</li> <li>- линейным пространством.</li> </ul>
33.	<p>Сколько основных этапов разработки и исследования моделей на компьютере?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.</li> <li>- 3.</li> <li>- 4.</li> <li>- <b>5.</b></li> </ul>
34.	<p>Инструментом для компьютерного моделирования является ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- монитор,</li> <li>- сканер,</li> <li>- <b>компьютер,</b></li> <li>- принтер.</li> </ul>
35.	<p>Фазовая траектория – это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вектор в полярной системе координат,</li> <li>- <b>след от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве,</b></li> <li>- монотонно убывающая функция,</li> <li>- синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой.</li> </ul>
36.	<p>Материальной моделью является ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- карта,</li> <li>- <b>макет самолета,</b></li> <li>- диаграмма,</li> <li>- чертеж.</li> </ul>
37.	<p>Знаковой моделью является ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>диаграмма,</b></li> <li>- глобус,</li> <li>- детские игрушки,</li> <li>- модель корабля.</li> </ul>
38.	<p>Точка бифуркации – это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- точка фазовой траектории, характеризующая изменение состояния объекта,</li> <li>- точка на траектории, характеризующая состояние покоя,</li> <li>- <b>точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта,</b></li> <li>- точка равновесия.</li> </ul>

39.	<p>При изучении объектов реальной действительности можно создать ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- одну единственную модель,</li> <li>- <b>несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки,</b></li> <li>- одну модель, отражающую совокупность признаков объекта,</li> <li>- нет правильного ответа.</li> </ul>
40.	<p>Процесс построения модели, как правило предполагает ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- описание всех свойств исследуемого объекта,</li> <li>- <b>выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта,</b></li> <li>- выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи,</li> <li>- выделение не более трех существенных признаков объекта.</li> </ul>
41.	<p>Декомпозиция – это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>процедура разложения целого на части с целью описания объекта,</b></li> <li>- процедура объединения частей объекта в целое,</li> <li>- процедура изменения структуры объекта,</li> <li>- процедура сортировки частей объекта.</li> </ul>
42.	<p>Информационной моделью нельзя считать ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- описание объекта-оригинала с помощью математических формул,</li> <li>- <b>другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала,</b></li> <li>- описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке,</li> <li>- совокупность математических формул, описывающих поведение объекта-оригинала.</li> </ul>
43.	<p>Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Дискретизацией модели.</li> <li>- Алгоритмизацией модели.</li> <li>- Линеаризацией модели.</li> <li>- <b>Идеализацией модели.</b></li> </ul>
44.	<p>Табличная информационная модель представляет собой ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- набор графиков, рисунков, чертежей, схем, диаграмм,</li> <li>- <b>описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице,</b></li> <li>- систему математических формул,</li> <li>- описание иерархической структуры строения моделируемого объекта.</li> </ul>
45.	<p>Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- табличные модели,</li> <li>- математические модели,</li> <li>- <b>графические модели,</b></li> <li>- иерархические модели.</li> </ul>
46.	<p>Имитационное моделирование ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени,</li> <li>- <b>реализует модель, производящую процесс функционирования системы во времени, а также имитирует элементарные явления, составляющие процесс,</b></li> <li>- воспроизводит только физические процессы,</li> <li>- заменяет объектами-аналогами реальные свойства объекта.</li> </ul>
47.	<p>В биологии классификация представителей животного мира представляет собой ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- табличную модель,</li> <li>- графическую модель,</li> <li>- математическую модель,</li> <li>- <b>иерархическую модель.</b></li> </ul>
48.	<p>С помощью компьютерного имитационного моделирования нельзя изучить ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демографические процессы, протекающие в социальных системах,</li> <li>- тепловые процессы, протекающие в технических системах,</li> <li>- процессы психологического взаимодействия учеников в классе,</li> <li>- <b>нет правильного ответа.</b></li> </ul>

49.	<p>Дискретизация модели – это процедура...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отображения состояний объекта в заданные моменты времени,</li> <li>- преобразования непрерывной информации в дискретную,</li> <li>- разделения целого на части,</li> <li>- <b>приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта.</b></li> </ul>
50.	<p>Генеалогическое дерево семьи является ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- табличной моделью,</li> <li>- <b>иерархической моделью,</b></li> <li>- сетевой моделью,</li> <li>- словесной моделью.</li> </ul>

Критерии и шкалы оценки:

Процентная шкала **0-100 %**; отметка в системе

**«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»**

0-59,99% - неудовлетворительно;

60-74,99% - удовлетворительно;

75- 84,99% -хорошо;

85-100% - отлично.

### **3.2 Собеседование (вопросы для зачета)**

#### **3.2.1 Шифр и наименование компетенции**

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

№ задания	Текст вопроса
51.	<p>Понятия модели и моделирования. Идеальное и материальное моделирование.</p> <p>Понятие модели как искусственного объекта, который в некоторых отношениях имеет сходство с объектом-оригиналом и служит средством описания и объяснения, а также прогнозирования поведения оригинала.</p> <p>Модель – материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе изучения замещает объект-оригинал, сохраняя при этом наиболее важные для данного исследования его свойства.</p> <p>Модель позволяет научиться правильно управлять объектом, апробируя различные варианты управления на модели этого объекта.</p> <p>Процесс построения модели называется моделированием.</p> <p>Другими словами, моделирование - это процесс изучения строения и свойств оригинала с помощью модели.</p> <p>Различают материальное и идеальное моделирование.</p> <p>Материальное моделирование, в свою очередь, делится на физическое и аналоговое моделирование.</p> <p>Физическим принято называть моделирование, при котором реальному объекту противопоставляется его увеличенная или уменьшенная копия, допускающая исследование (как правило, в лабораторных условиях) с помощью последующего перенесения свойств изучаемых процессов и явлений с модели на объект на основе теории подобия.</p> <p>Примеры: в астрономии - планетарий, в архитектуре - макеты зданий, в самолетостроении - модели летательных аппаратов и т.п.</p> <p>Аналоговое моделирование основано на аналогии процессов и явлений, имеющих различную физическую природу, но одинаково описываемых формально (одними и теми же математическими уравнениями).</p> <p>От предметного моделирования принципиально отличается идеальное моделирование, которое основано не на материальной аналогии объекта и модели, а на аналогии идеальной, мыслимой.</p> <p>Основным типом идеального моделирования является знаковое моделирование. Знаковым называется моделирование, использующее в качестве моделей знаковые преобразования какого-либо вида: схемы, графики, чертежи, формулы, наборы символов.</p> <p>Важнейшим видом знакового моделирования является математическое моделирование, при котором исследование объекта осуществляется посредством модели, сформулированной на языке математики. Классическим примером математического моделирования является описание и исследование законов механики Ньютона средствами математики.</p>
52.	Объекты, цели и методы моделирования.

	<p>Процесс моделирования состоит из следующих этапов:          Объект - Модель - Изучение модели - Знания об объекте          Объектом моделирования может стать любая биологическая система.          Основной задачей процесса моделирования является выбор наиболее адекватной к оригиналу модели и перенос результатов исследования на оригинал. Существуют достаточно общие методы и способы моделирования. Моделирование биологических систем — это направление в биологическом моделировании, а именно процесс создания моделей биологических систем с характерными им свойствами.          Цели моделирования:          Выяснение механизмов взаимодействия элементов системы          Идентификация и верификация параметров модели по экспериментальным данным.          Оценка устойчивости системы (модели). Само понятие устойчивости требует формализации.          Прогноз поведения системы при различных внешних воздействиях, различных способах управления и проч.          Оптимальное управление системой в соответствии с выбранным критерием оптимальности.</p>
53.	<p>Модели в разных науках. Физические и математические модели.          Моделирование - это один из основных методов познания, который заключается в том, что, ввиду большой сложности реальных систем и процессов, исследуются их упрощенные копии, схемы образы, заменители или аналоги, которые и называют моделями.          Главное свойство модели — адекватность, т. е. соответствие моделируемым особенностям оригинала.          От модели не требуется достоверности, иначе получится не модель, а копия. Степень соответствия определяется целями моделирования.          Излишнее сходство с оригиналом также бесполезно, как и недостаточное.          Строгих правил построения модели сформулировать невозможно, однако, человечество накопило богатый опыт моделирования различных объектов и процессов. Можно сказать, что все образование - это изучение тех или иных моделей, а также приемов их использования.          - Самолет в аэродинамической трубе. Помещая самолет в аэродинамическую трубу и испытывая его в различных воздушных потоках, решается задача взаимодействия системы с внешней средой.          - Аквариум является примером физического моделирования. В аквариуме можно моделировать водную экосистему — речную, озерную, морскую, заселить ее некоторыми видами фито- и зоопланктона, рыбами, поддерживать определенный состав воды, температуру, даже течения.          - Выделенные из листьев хлоропласты. На выделенных системах часто изучают процессы, происходящие в живой системе, в этом смысле фрагмент является моделью целой живой системы. Выделение более простой системы позволяет исследовать механизмы процессов на молекулярном уровне т.д.          Компьютерные модели содержат «знания» об объекте в виде математических формул, таблиц, графиков, баз данных и знаний. Они позволяют изучать поведение системы при изменении внутренних характеристик и внешних условий, проигрывать сценарии, решать задачу оптимизации. Однако каждая компьютерная реализация соответствует конкретным, заданным параметрам системы. Наиболее общими и абстрактными являются математические модели.          Математические модели описывают целый класс процессов или явлений, которые обладают сходными свойствами, или являются изоморфными. Наука конца 20 века — синергетика, показала, что сходными уравнениями описываются процессы самоорганизации самой разной природы: от образования скоплений галактик до образования пятен планктона в океане.</p>
54.	<p>История моделирования в биологии и экологии.          Наука конца 20 века — синергетика, показала, что сходными уравнениями описываются процессы самоорганизации самой разной природы: от образования скоплений галактик до образования пятен планктона в океане.          Если удастся сформулировать «хорошую» математическую модель, для ее исследования можно применить весь арсенал науки, накопленный за тысячелетия. Недаром многие классики независимо высказывали одну и ту же мудрую мысль:          «Область знания становится наукой, когда она выражает свои законы в виде математических соотношений»</p>

	<p>С этой точки зрения самая «научная» наука ? физика. Она использует математику в качестве своего естественного языка. Все физические законы выражаются в виде математических формул или уравнений.</p> <p>В химию математика пришла в тридцатые годы 20 века вместе с химической кинетикой и физической химией. Сейчас книги по химии, в особенности по химической кинетике, физической химии, квантовой химии полны математическими символами и уравнениями.</p> <p>Чем более сложными являются объекты и процессы, которыми занимается наука, тем труднее найти математические абстракции, подходящие для описания этих объектов и процессов. В биологию, геологию и другие «описательные науки» математика пришла по настоящему только во второй половине 20 века.</p> <p>Первые попытки математически описать биологические процессы относятся к моделям популяционной динамики. Эта область математической биологии и в дальнейшем служила математическим полигоном, на котором «отрабатывались» математические модели в разных областях биологии. В том числе модели эволюции, микробиологии, иммунологии и других областей, связанных с клеточными популяциями.</p> <p>Самая первая известная модель, сформулированная в биологической постановке, ? знаменитый ряд Фибоначчи, который приводит в своем труде Леонардо из Пизы в 13 веке. Это ряд чисел, описывающий количество пар кроликов, которые рождаются каждый месяц, если кролики начинают размножаться со второго месяца и каждый месяц дают потомство в виде пары кроликов.</p>
55.	<p>Математическое моделирование и научные области его применения.</p> <p>Компьютеры в современном мире стали привычными для человеческой деятельности: в финансовой сфере, в бизнесе, промышленности, образовании, сфере досуга. Благодаря компьютерам западной цивилизации удалось существенно продвинуться в следующих направлениях.</p> <p>Автоматизация трудовой деятельности во всех сферах</p> <p>Информационная революция. Возможность хранить и структурировать огромные и самые разнообразные массивы информации и производить быстрый и эффективный поиск необходимой информации.</p> <p>Прогнозирование. Компьютер позволяет строить имитационные модели сложных систем, проигрывать сценарии и делать прогнозы.</p> <p>Оптимизация. Любая человеческая деятельность, в том числе обыденная жизнь требует постоянной оптимизации действий. В процессе эволюции сформировались биологические системы, которые оказываются оптимальными в том или ином смысле, например, в смысле наиболее экономичного использования энергии. Для того чтобы формализовать целевую функцию, то есть ответить на вопрос, что же является для системы оптимальным, необходимо сформулировать модель оптимизируемого процесса и критерии оптимизации. Компьютер позволяет проектировать и реализовать различные алгоритмы оптимизации. Компьютер работает не с самой системой, а с моделью.</p>
56.	<p>Математическое моделирование в биологии и экологии.</p> <p>Сейчас биологические журналы полны математическими формулами и результатами компьютерных симуляций. Имеются специальные журналы, посвященные работам в области математических моделей: Theoretical Biology; Biosystems; Mathematical Ecology, Mathematical biology, Biological systems etc. Работы по математическому моделированию печатаются практически во всех российских биологических журналах: Общая биология, Биофизика, Экология, Молекулярная биология, Физиология растений и других.</p> <p>В основном, модели являются инструментом изучения конкретных систем, и работы по моделированию печатают в журналах, посвященных той области биологии, к которой относится объект моделирования. Это означает, что модель должна быть интересна, полезна и понятна специалистам-биологам. В то же время она должна быть, естественно, профессионально сделана с точки зрения математики.</p> <p>Наиболее успешные модели сделаны в содружестве специалистов математиков, или физиков, и биологов, хорошо знающих объект моделирования. При этом наиболее трудная часть совместной работы ? это формализация знаний об объекте (как правило, в виде схемы) на языке, который может затем быть переформулирован в математическую или компьютерную модель.</p> <p>Условно все математические модели биологических систем можно разделить на регрессионные, качественные и имитационные.</p> <p>Регрессионные зависимости - это формулы, описывающие связь различных характеристик системы, не претендуя на физический или биологический смысл этих зависимостей. Для построения регрессионной модели достаточно статистически достоверных наблюдаемых корреляций между переменными или параметрами системы.</p>
57.	<p>Специфика моделирования живых систем.</p>

На протяжении всей истории западной науки стоял вопрос о том, можно ли, зная координаты всех атомов и законы их взаимодействия, описать все процессы, происходящие во Вселенной. Вопрос не нашел своего однозначного ответа. Квантовая механика утвердила понятие неопределенности на микроуровне. В лекциях 10-12 мы увидим, что существование квазистохастических типов поведения в детерминированных системах делает практически невозможным предсказание поведения некоторых детерминированных систем и на макроуровне.

Следствием первого вопроса является второй: вопрос «сводимости». Можно ли, зная законы физики, т.е. законы движения всех атомов, входящих в состав биологических систем, и законы их взаимодействия, описать поведение живых систем. В принципе, на этот вопрос можно ответить с помощью имитационной модели, в которую заложены координаты и скорости движения всех атомов какой-либо живой системы и законы их взаимодействия. Для любой живой системы такая модель должна содержать огромное количество переменных и параметров и практически неосуществима, но попытки моделировать с помощью такого подхода функционирование элементов живых систем? биомакромолекул делаются, начиная с 70-х годов.

Несмотря на разнообразие живых систем, все они обладают следующими специфическими чертами, которые необходимо учитывать при построении моделей.

1. Сложные системы. Все биологические системы являются сложными многокомпонентными, пространственно структурированными, элементы которых обладают индивидуальностью. При моделировании таких систем возможно два подхода. Первый — агрегированный, феноменологический. В соответствии с этим подходом выделяются определяющие характеристики системы (например, общая численность видов) и рассматриваются качественные свойства поведения этих величин во времени (устойчивость стационарного состояния, наличие колебаний, существование пространственной неоднородности). Такой подход является исторически наиболее древним и свойственен динамической теории популяций.

Другой подход? подробное рассмотрение элементов системы и их взаимодействий, рассмотренное выше имитационное моделирование. Имитационная модель не допускает аналитического исследования, но ее параметры имеют ясный физический и биологический смысл, при хорошей экспериментальной изученности фрагментов системы она может дать количественный прогноз ее поведения при различных внешних воздействиях.

2. Размножающиеся системы (способные к авторепродукции). Это важнейшее свойство живых систем определяет их способность перерабатывать неорганическое и органическое вещество для биосинтеза биологических макромолекул, клеток, организмов. В феноменологических моделях это свойство выражается в наличии в уравнениях автокаталитических членов, определяющих возможность роста (в нелимитированных условиях? экспоненциального), возможность неустойчивости стационарного состояния в локальных системах (необходимое условие возникновения колебательных и квазистохастических режимов) и неустойчивости гомогенного стационарного состояния в пространственно распределенных системах (условие неоднородных в пространстве распределений и автоволновых режимов).

Важную роль в развитии сложных пространственно-временных режимов играют процессы взаимодействия компонентов (биохимические реакции) и процессы переноса, как хаотического (диффузия), так и связанного с направлением внешних сил (гравитация, электромагнитные поля) или с адаптивными функциями живых организмов (например, движение цитоплазмы в клетках под действием микрофиламентов).

3. Открытые системы, постоянно пропускающие через себя потоки вещества и энергии. Биологические системы далеки от термодинамического равновесия, и потому описываются нелинейными уравнениями. Линейные соотношения Онзагера, связывающие силы и потоки, справедливы только вблизи термодинамического равновесия.

4. Биологические объекты имеют сложную многоуровневую систему регуляции. В биохимической кинетике это выражается в наличии в схемах петель обратной связи, как положительной, так и отрицательной. В уравнениях локальных взаимодействий обратные связи описываются нелинейными функциями, характер которых определяет возможность возникновения и свойства сложных кинетических режимов, в том числе колебательных и квазистохастических.

Такие нелинейности при учете пространственного распределения и процессов переноса обуславливают паттерны стационарных структур (пятна различной формы, периодические диссипативные структуры) и различные типы автоволнового поведения (движущиеся фронты, бегущие волны, ведущие центры, спиральные волны и др.)

На уровне органа, организма, популяции живая система также является гетерогенной, и это ее основополагающее свойство необходимо учитывать при создании математической

	<p>модели. Само возникновение пространственной структуры и законы ее формирования представляет одну из задач теоретической биологии. Один из подходов решения такой задачи ? математическая теория морфогенеза.</p>
58.	<p>Виды моделей в биологии (биологические, физико-химические и математические).          Модели продукционного процесса растений.          Имитационные модели продукционного процесса растений (агробиоценозов) для разных культур являются одними из первых имитационных моделей. Практическая задача моделирования выбор оптимальной стратегии проведения сельскохозяйственных мероприятий: орошения, полива, внесения удобрений с целью получения максимального урожая. Существует большое число моделей разных культур, как упрощенных, предназначенных для решения конкретных вопросов управления, так и очень подробных, используемых в основном для исследовательских целей. Подробные модели имеют иерархическую блочную структуру. Среди биотических процессов выделяют блок фотосинтеза, блок корневого питания, блок роста и развития, блок почвенной микрофлоры, блок развития болезней сельскохозяйственной культуры и другие. Рассматриваются также геофизические процессы: формирование теплового и водного режима, концентрации и передвижения биогенных и токсических солей, концентрации CO<sub>2</sub> в посевах и других.          Модели водных экосистем.          Водная среда гораздо более однородна, чем сухопутные биогеоценозы, и имитационные модели водных систем успешно создаются начиная с 70-х годов 20 века. Описание обменных процессов в водной среде включает описание усвоения азота, фосфора и других биогенных элементов, рост фито- и зоопланктона и детрита. При этом важно учитывать гидробиологические процессы в рассматриваемых водоемах, которые, как правило, являются неоднородными и при моделировании разбиваются на ряд компарментов.          С помощью имитационного моделирования решались вопросы выработки стратегии борьбы с эвтрификацией закрытых водоемов, в частности, одного из Великих Американских озер — Озера Эри. Много имитационных моделей посвящено разработке оптимальной стратегии вылова рыбы.</p>
59.	<p>Математическое моделирование как средство экологического прогнозирования.          Чаще всего динамические модели используют для описания антропогенных воздействий на водную экосистему. Антропогенное воздействие на водную экосистему можно рассматривать как управление. Управление для водной экосистемы или ее подсистем состоит или в сборе урожая (промысле), или в искусственном управлении системой, или же в управляющем воздействии на параметры внешней среды. Важным видом управления последнего типа является загрязнение водной среды.          Одной из важных задач прогнозирования состояния окружающей среды является прогноз распределения концентраций загрязняющих веществ в пространстве и его изменение со временем. Решение данной задачи предполагает моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в различных средах.          Для моделирования антропогенного воздействия на водные экосистемы зачастую используют математическое выражение законов Фика, уравнение диффузии в неподвижной и движущейся среде. При составлении подобных моделей учитывается множество параметров, основные из которых – начальное и основное разбавление сточных вод, кратность разбавления и т.п.          Примером может служить такие работы как моделирование процесса переноса тяжелых металлов в поверхностных водах, прогнозирование динамики концентрации загрязняющих веществ в воде и т.д.  <i>Атмосфера</i> В математические модели атмосферного воздуха могут учитывать не только природные явления, происходящие в атмосфере, но и антропогенное влияние, и предназначены для прогнозирования той или экологической ситуации.          В качестве примера можно привести модель верхних слоев атмосферы. Модель вычисляет физические параметры верхней атмосферы путем численного интегрирования уравнений, формулирующих основные физические законы для околоземной среды; рассчитывает вариации глобальных распределений параметров верхней атмосферы Земли на высотах от 60 до 100000 км в зависимости от гелио-геофизических условий (времени суток, сезона, уровней солнечной и магнитной активности и т.п.).          Модель рассчитывает следующие параметры верхней атмосферы Земли:          - концентрации основных нейтральных (O, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H) и заряженных (O<sup>2+</sup>, NO<sup>+</sup>, O<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>, электроны) компонент верхней атмосферы Земли;          - температуру нейтрального газа, ионов и электронов;          - компоненты векторов скоростей нейтральных и заряженных частиц;          - потенциал и компоненты вектора электрического поля.  <i>Наземные экосистемы</i> Основной частью моделей наземных экосистем является блок</p>

	<p>продукционного процесса растений. Наряду с этим направлением развивается направление создания математических моделей, отражающих антропогенное воздействие на наземные экосистемы. На сегодняшний момент известно большое количество математических моделей, описывающих наземные экосистемы. К ним относятся работы по следующим направлениям: математическое моделирование поведения радионуклидов в наземных экосистемах, описанное в работе Мамихина С.В. «Международная кооперация в области математического моделирования поведения радионуклидов в наземных экосистемах»; математическое моделирование круговорота углерода в наземных и водных экосистемах Красноярского края на основе экспериментальных, полевых и спутниковых данных руководителем, которой является член.-корр. РАН, директор ИБФ СО РАН А. Г. Дегерменджи; модели развития фитоценоза, годичной продукции растений; математическая модель демографического фактора т.д.</p> <p>Таким образом, проанализировав достаточно большое количество литературных источников можно сделать следующий вывод, что все математические модели условно подразделяются на модели, описывающие биотические и антропогенные процессы, происходящие в экосистемах. Но в связи с тем, что на сегодняшний момент наиболее актуально направление, которое рассматривает проблему «человек – окружающая среда» наибольший приоритет приобретают последние.</p>
60.	<p>Имитационное моделирование и целесообразность его применения в экологии. Структура имитационных моделей.</p> <p>Для изучения процессов, происходящих в экологических системах, используется как математическое, так и имитационное моделирование.</p> <p>Имитационное моделирование применяется для исследования сложных логических и логико-математических моделей с неточным заданием исходных данных (заданным законом распределения, оценочными характеристиками).</p> <p>В экологическом моделировании можно выделить два основных направления:</p> <p>а) моделирование взаимодействия организмов друг с другом и с окружающей средой ("классическая" экология);</p> <p>б) моделирование, связанное с состоянием окружающей среды и ее охраной (социальная экология).</p> <p>Оба направления представлены большим количеством разработанных моделей.</p> <p>Моделирование, связанное с состоянием окружающей среды, в свою очередь, распадается на ряд направлений. Назовем некоторые из них:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- моделирование водных экосистем (трансформации компонент экосистемы, образования и превращения веществ, потребления, роста и гибели организмов);</li> <li>- моделирование продукционного процесса растений (для выбора оптимальной стратегии проведения сельскохозяйственных мероприятий: орошения, полива, внесения удобрений, выбора сроков посева или посадки растений с целью получения максимального урожая);</li> <li>- моделирование лесных сообществ (используются как для описания лесных массивов на больших пространственных и временных масштабах, так и для моделирования популяций, в которых основным объектом является отдельное дерево);</li> <li>- моделирование загрязнения атмосферы и поверхности земли промышленными выбросами (перенос загрязняющих веществ, ущерб, наносимый здоровью населения, сельскохозяйственным угодьям, лесным массивам, почве, затраты на восстановление окружающей среды и т.д.)</li> </ul> <p>WOFOST model - детерминированная модель моделирования урожая на основе физиологических процессов.</p> <p>Можно выделить следующие этапы процесса имитации.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение системы - установление границ ограничений и эффективности системы, подлежащей изучению.</li> <li>2. Формирование модели - переход от реальной системы к некоторой логической системе (абстрагирование).</li> <li>3. Подготовка данных - отбор данных необходимых для построения модели и представление их в соответствующей форме.</li> <li>4. Трансляция модели - описание модели на языке, приемлемом для использования на ЭВМ.</li> <li>5. Оценка адекватности - повышенная до приемлемого уровня степень уверенности, с которой можно судить относительно корректировки выводов о реальной системе.</li> <li>6. Стратегическое планирование - планирование эксперимента (данная тема выделена в отдельную главу учебного пособия см. гл.4).</li> <li>7. Тактическое планирование - определение способа проведения каждой серии испытаний, представленных планом эксперимента.</li> <li>8. Экспериментирование - процесс осуществления имитации с целью получения желаемых</li> </ol>

данных и анализа чувствительности. 9. Интерпретация - построение выводов по данным, полученным путем имитации. 10. Реализация - практическое использование модели. 11. Документирование - регистрация хода осуществления проекта и его результатов.
--

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других;

- **оценка «не зачтено»**, если студент выполнял роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение.

### 3.3 Собеседование (задания для лабораторных работ)

#### 3.3.1 Шифр и наименование компетенции

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

№ задания	Текст вопроса
61.	Если $x$ и $y$ – температуры по шкале Фаренгейта и по шкале Цельсия, то $y = \frac{5(x-32)}{9}$ . Определите функцию как подмножество в $R \times R$ и изобразите ее как подмножество декартовой плоскости.
62.	В лаборатории экологического факультета было решено иметь не менее $100N$ мензурок одного размера и не менее $150N$ мензурок другого размера. Из-за ограниченного пространства общее число хранимых мензурок не может превышать $400N$ . Изобразите графически все возможные комбинации запаса мензурок двух размеров. (Здесь $N$ – номер варианта студента по списку).
63.	Лабораторному животному предоставлен выбор из трех видов пищи, имеющихся в форме стандартных рационов. В ходе длительных наблюдений было установлено, что если в некоторой попытке животное выбирает какой-либо вид пищи, то в следующий раз ту же самую пищу он выбирает с вероятностью 50%, а другие виды пищи – с равными вероятностями в 25%. Опишите этот процесс как Марковскую цепь и определите переходную матрицу. Докажите, что за длительное время потребляются равные количества всех трех видов пищи.
64.	Предположим, что на острове небольшой площади имеется пространство, достаточное для 1000 особей определенного вида. В некотором году в этой популяции возникает более приспособленный мутант. В каждом последующем поколении численность мутанта либо увеличивается, либо уменьшается на единицу с вероятностями 0,7 и 0,3 соответственно. В частности, вероятность исчезновения мутанта в первом поколении равна 0,3. С какой вероятностью популяция мутанта вытеснит исходную популяцию?
65.	Способность различать вкус некоторых веществ является генетически обусловленной. Для 70% людей одной большой популяции фенилтиомочевина (ФТМ) имеет горький вкус, а для остальных 30% она безвкусна. Считая, что способность или неспособность различать на вкус ФТМ контролируется единственным геном, оцените в этой популяции частоты доминантного гена, обуславливающего чувствительность к вкусу ФТМ, и рецессивного гена, определяющего нечувствительность. Какова в этой популяции доля индивидов, гетерозиготных по данному гену?
66.	Полагают, что кистозный фиброз вызывается одним рецессивным геном. Частота возникновения кистозного фиброза оценивается как один случай из 2500, и, значит, частота рецессивного аллеля в популяции составляет 1 к 50. Считая, что жертвы кистозного фиброза не доживают до репродуктивного возраста, и пренебрегая возможными мутациями доминантного гена в рецессивный, определите, через сколько поколений частота возникновения кистозного фиброза составит 1 к 10000.
67.	Рассмотрите биномиальную модель отбора при $a=1$ . Допустим, что в популяции, состоящей из 200 особей (100 самцов и 100 самок), частота одного аллеля изменилась за одно поколение от 40 до 49%. Можно ли считать такое колебание результатом генного дрейфа?
68.	Для некоторых генов гетерозиготный генотип имеет более высокую приспособленность, чем любой из гомозиготных. Например, ген серповидно-клеточной анемии дает гетерозиготному индивиду некоторую резистентность к малярии. Постройте модель отбора, которая учитывала бы эту особенность.
69.	Показатель приспособленности рецессивного генотипа может проявлять зависимость от условий окружающей среды. Например, плодовые мушки с мутацией <i>vestigial</i> получают селективное преимущество в ветренном ареале и теряют его в безветренном. Разработайте более общую модель генного отбора, которая учитывала бы вариабельность

	среды.
70.	Постройте модель роста и размножения одной популяции на основе уравнений Лотки-Вольтерра и с учетом возрастной структуры популяции. (Разбейте популяцию на две или несколько возрастных групп и сделайте допущения относительно типов конкуренции или кооперации между этими возрастными группами).

Процентная шкала 0-100 %;

85-100% - отлично (практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме, проявлен творческий подход, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы; работа выполнена без ошибок и недочетов или допущено не более одного недочета);

75- 84,99% - хорошо (практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме, работа выполнена полностью, но допущено в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета; б) или не более двух недочетов);

60-74,99% - удовлетворительно (практическое задание выполнено в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя; продемонстрированы минимальные знания по основным темам изученного материала; выполнено не менее половины работы или допущены в ней а) не более двух грубых ошибок, б) не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) не более двух-трех негрубых ошибок, г) одна негрубая ошибка и три недочета, д) при отсутствии ошибок, 4-5 недочетов);

0-59,99% - неудовлетворительно (число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «удовлетворительно» или если правильно выполнено менее половины задания; если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий).

### 3.4 Реферат

#### 3.4.1 Шифр и наименование компетенции

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

71.	Иерархические уровни организации управления в биосистемах.
72.	Моделирование процессов саморегуляции биологических систем (на уровне клетки, ткани, организма, экосистемы).
73.	Моделирование биохимических процессов. Ферментативная кинетика.
74.	Моделирование процессов эволюции.
75.	Моделирование процессов, лежащих в основе «биологических часов».
76.	Информация и биологические системы. Хранение и обработка информации в биосистемах.
77.	Моделирование функционирования каналов связи в биологических системах.
78.	Модели продукционного процесса растений.
79.	Обзор моделей в экологии.
80.	Модель «хищник-жертва».

### 3.5 Домашнее задание

#### 3.5.1 Шифр и наименование компетенции

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

№ задания	Формулировка задания
81.	Найдите такие матрицы $A$ и такие вектор-столбцы $b$ , с помощью которых следующую систему линейных неравенств можно записать в виде $Ax \leq b$ . $x_1 + (N - 2)x_2 - (2N - 7)x_3 \leq 1;$ $(3N - 6)x_1 + 8x_2 - (N - 3)x_3 \leq 0;$ $(-N + 4)x_1 + (N - 7)x_2 + 3x_3 \leq 5.$ (Здесь $N$ – номер варианта студента по списку).
82.	Найдите максимум функции $f(x_1, x_2) = x_1 + 3x_2$ при ограничениях $2x_1 + x_2 \leq 10$ , $3x_1 - x_2 \geq 9$ , $x_1 \geq 0$ , $x_2 \geq 0$ .
83.	Вычислите двухшаговые переходные матрицы для следующих одношаговых матриц. 1) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1/2 & 1/2 \end{pmatrix}$ 2) $\begin{pmatrix} 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 \end{pmatrix}$ 3) $\begin{pmatrix} 2/3 & 1/3 \\ 1/3 & 2/3 \end{pmatrix}$
84.	Дана переходная матрица $P$ : $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

	<p>а) Опишите марковскую цепь с такой переходной матрицей. Является ли <math>P</math> регулярной?</p> <p>б) Вычислите неподвижный стохастический вектор для <math>P</math>.</p> <p>в) Определите трехшаговую переходную матрицу для этой марковской цепи.</p>
85.	<p>Чтобы получить единицу пищи, лабораторное животное должно выполнить определенное задание. Вероятность успешного выполнения задания при любом испытании составляет <math>4/5</math>. Предположим, что животное повторяет задания до тех пор, пока не получит всего 4 ед. пищи. Опишите этот процесс как поглощающую марковскую цепь с пятью состояниями. Какова ее переходная матрица?</p>
86.	<p>Каковы оптимальные стратегии и цены игры в эквивалентных матричных играх, заданных следующими матрицами?</p> <p>1) <math>\begin{pmatrix} 3 &amp; 2 \\ 2 &amp; -3 \end{pmatrix}</math> 2) <math>\begin{pmatrix} 5 &amp; 4 \\ 4 &amp; -1 \end{pmatrix}</math></p>
87.	<p>Чтобы получить пищу, лабораторное животное должно выбрать одну из четырех дощечек. При выборе дощечки I или II количество пищи очень мало. Выбор дощечек III или IV дает гораздо больше пищи. В ходе наблюдений установлено, что если в некоторой попытке выбирается дощечка III или IV, то та же самая дощечка выбирается и во всех последующих попытках. Если же выбрана дощечка I или II, то при следующей попытке выбор всех четырех дощечек равновероятен. Опишите этот процесс как поглощающую марковскую цепь с четырьмя состояниями. Если в первой попытке выбирается дощечка I, то каково ожидаемое число попыток, предпринятых прежде, чем будут выбраны дощечки III или IV?</p>
88.	<p>Дана переходная матрица <math>P</math>:</p> $\begin{pmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{pmatrix}$ <p>а) Опишите марковскую цепь с такой переходной матрицей. Является ли <math>P</math> регулярной?</p> <p>б) Вычислите неподвижный стохастический вектор для <math>P</math>.</p> <p>в) Определите трехшаговую переходную матрицу для этой марковской цепи.</p>
89.	<p>Каковы оптимальные стратегии и цены игры в эквивалентных матричных играх, заданных следующими матрицами?</p> <p>1) <math>\begin{pmatrix} 1 &amp; 1 &amp; 1 \\ 2 &amp; 2 &amp; 3 \\ -2 &amp; 4 &amp; 5 \end{pmatrix}</math> 2) <math>\begin{pmatrix} 0 &amp; 0 &amp; 0 \\ 1 &amp; 1 &amp; 2 \\ -3 &amp; 3 &amp; 4 \end{pmatrix}</math></p>
90.	<p>Дана переходная матрица <math>P</math>:</p> $\begin{pmatrix} 1/2 & 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{pmatrix}$ <p>а) Опишите марковскую цепь с такой переходной матрицей. Является ли <math>P</math> регулярной?</p> <p>б) Вычислите неподвижный стохастический вектор для <math>P</math>.</p> <p>в) Определите трехшаговую переходную матрицу для этой марковской цепи.</p>

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если домашнее задание является самостоятельным, оригинальным текстом, в котором прослеживается авторская позиция, продуманная система аргументов, а также наличествуют обоснованные выводы; используются термины, понятия по дисциплине, в рамках которой выполняется работа; полностью соответствует выбранной теме, цели и задачам; текст домашнего задания логически выстроен, имеет четкую структуру; работа соответствует всем техническим требованиям; домашнее задание выполнено в установленный срок.

- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если домашнее задание не является самостоятельным, оригинальным текстом, в котором не прослеживается авторская позиция, не продумана система аргументов, а также отсутствуют обоснованные выводы; не используются термины, понятия по дисциплине, в рамках которой выполняется работа; не соответствует выбранной теме, цели и задачам; текст домашнего задания композиционно не выстроен; работа не соответствует техническим требованиям; домашнее задание не выполнено в установленный срок.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60%.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.					
Знать	Теоретические знания способов сбора, хранения, обработки и представления информации, информационных технологий, культуры информационной и коммуникационной культуры при решении задач профессиональной деятельности	Изложение теоретических знаний способов сбора, хранения, обработки и представления информации, информационных технологий, культуры информационной и коммуникационной культуры при решении задач профессиональной деятельности	Изложены способы сбора, хранения, обработки и представления информации, информационные технологии, понятия культуры информационной и коммуникационной культуры при решении задач профессиональной деятельности	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			Не изложены способы сбора, хранения, обработки и представления информации, информационных технологий, понятия культуры информационной и коммуникационной культуры при решении задач профессиональной деятельности	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)
Уметь	Защита практической работы (собеседование), решение тестовых заданий	Применение способов сбора, хранения, обработки и представления информации, информационных технологий, культуры информационной и коммуникационной культуры при решении задач профессиональной деятельности	Самостоятельно применены способы сбора, хранения, обработки и представления информации, информационные технологии, понятия культуры информационной и коммуникационной культуры при решении задач профессиональной деятельности	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			Неправильно выбраны способы сбора, хранения, обработки и представления информации, информационные технологии, понятия культуры информационной и коммуникационной культуры при решении задач профессиональной деятельности	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)
Владеть	Выполнение домашнего задания/реферата	Демонстрация навыков владения методами и способами хранения, обработки и представления информации при решении задач профессиональной деятельности	Приведена демонстрация навыков методами и способами хранения, обработки и представления информации при решении задач профессиональной деятельности	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			Не приведена демонстрация навыков методами и способами хранения, обработки и представления информации при решении задач профессиональной деятельности	Не зачтено/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)