



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

17.02.2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ***

Направление подготовки (специальность)  
01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Направленность (профиль/специализация) программы  
Вычислительная математика

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 866)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики  
11.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой *С.И. Кадченко* С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель *И.Ю. Мезин* И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р физ.-мат. наук *С.И. Кадченко* С.И. Кадченко

Рецензент:

Зав. кафедрой математического и компьютерного моделирования ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», д-р физ.-мат. наук *С.А. Загребина* С.А. Загребина



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

---

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Подготовка студентов по курсу «Математическое моделирование» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» программы аспирантуры. Данный курс направлен на формирование математических методов, алгоритмов, приобретение практических навыков разработки математических моделей физических и технических систем

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Дополнительные главы функционального анализа

Методология и информационные технологии в научных исследованиях

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Научно-исследовательская деятельность и подготовка НКР

Обратные задачи спектрального анализа

Численные методы решения интегральных уравнений

Численные методы решения некорректно поставленных задач

Решение прикладных задач в среде математического пакета Maple

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Умение разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники
Знать	Знать особенности разработки алгоритмов численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники
Уметь	Обладать способностью разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники
Владеть	Владеть умением разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники

ПК-3 Иметь способность к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований	
Знать	Знать приемы преподавания дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований
Уметь	Обладать способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований
Владеть	Владеть способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов
- самостоятельная работа – 36 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные понятия о модели и моделировании								
1.1 Общие понятия математической модели	3	1		1/ИИ	2	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
1.2 Основные свойства и требования		1		1	2	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой	Устный опрос	ПК-1, ПК-3
1.3 Математическая модель полета реактивного снаряда в гравитационном поле земли		2		2/ИИ	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		4		4/2И	7			
2. «Жесткие» и «мягкие» математические модели								

2.1 Модель сражения двух армий	3	1		1	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
2.2 Логистическая модель роста населения		1		1	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
2.3 Математическая модель эксплуатации рыбных ресурсов		1		1/2И	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
2.4 Математическая модель типа «хищник» - «жертва»		2		2/2И	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3

2.5 «Жесткие» модели как путь к ошибочным предсказаниям. Математическая модель многоступенчатого управления.		2		2/3И	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		7		7/7И	15			
3. Математическое моделирование в фармакокинетике								
3.1 Однокамерные модели	3	1		1	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
3.2 Двухкамерные модели		1		1	2	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3

3.3	Оптимальное дозирование и теория управления. Нелинейная кинетика.		2		2/ИИ	3	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
3.4	Логистические математические модели		1		1	2	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу			5		5/ИИ	10			
4.	Математическое моделирование и краевые задачи								
4.1	Математические модели на основе краевых задач	3	1		1	2	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3

4.2 Математические модели на основе начально-краевых задач.		1	1	2	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой Самостоятельная работа написания программ в среде Maple для численного исследования построенных математических моделей	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-1, ПК-3
Итого по разделу		2	2	4			
Итого за семестр		18	18/10И	36		зао	
Итого по дисциплине		18	18/10И	36		зачет с оценкой	ПК-1,ПК-3

## **5 Образовательные технологии**

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу лабораторных занятий.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: MS Word, MS Excel.

В ходе проведения практических занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

2. Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

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

**а) Основная литература:**

Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/447100> (дата обращения: 24.09.2020).

Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452200> (дата обращения: 24.09.2020).

**б) Дополнительная литература:**

Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07524-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455050> (дата обращения: 24.09.2020).

Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451558> (дата обращения: 24.09.2020).

Нефтегазовые технологии: физико-математическое моделирование течений : учебное пособие для вузов / А. Б. Шабаров [и др.] ; под редакцией А. Б. Шабарова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 215 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03665-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453520> (дата обращения: 24.09.2020).

**в) Методические указания:**

1. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452264> (дата обращения: 24.09.2020).

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
MS Visual Studio Code	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NotePad++	свободно распространяемое	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс. Оснащение аудитории: персональные компьютеры с пакетом MS Office, Maple 14 Classroom License 10-29 Users (per User) Academic, MathLab, Mathcad Education - University Edition (200 pack) и выходом в Интернет.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение аудитории: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение аудитории: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение аудитории: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

## Приложение 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа аспирантов связана с написанием программ, в среде пакета Maple, позволяющие вычислительно моделировать следующие задачи:

1. Математическая модель движения реактивного снаряда.
2. Математическая модель сражения двух армий.
3. Математическая логистическая модель роста населения.
4. Математическая модель эксплуатации рыбных ресурсов.
5. Математическая модель типа «хищник» - «жертва». Примеры.

### Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия о модели и моделировании. Разновидности моделирования. Математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования.
2. Математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования. Научное программирование. Процесс численного моделирования.
3. Deskриптивные модели. Модели физических процессов. Простейшие модели механических систем.
4. Модель движения реактивного снаряда.
5. Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка методом Рунге-Кутты.
6. Применение полного дифференциала для приближённых вычислений и определения погрешности вычислений.
7. Метод Гаусса для решения системы линейных алгебраических.
8. Понятие «Жестких» и «мягких» математических моделей. Примеры.
9. «Жесткие» модели как путь к ошибочным предсказаниям.
10. Модель сражения двух армий.
11. Логистическая модель роста населения.
12. Математическая модель эксплуатации рыбных ресурсов.
13. Математическая модель типа «хищник» - «жертва». Примеры.
14. Математическая модель многоступенчатого управления.
15. Фазовая плоскость и фазовые траектории.
16. Неустойчивое равновесие.
17. Классификация типов особых точек простейших автономных систем.

18. Затухающие и незатухающие колебательные процессы в химии.
19. Понятие предельных циклов систем с изолированными траекториями.
20. Классификация предельных циклов.
21. Автоколебания систем.

## Приложение 2

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине. Проводиться за 3 семестр в форме зачета с оценкой.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-1: Умение разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники</b>		
<b>Знать</b>	Знать особенности разработки алгоритмов численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники	<p>Ответы вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия о модели и моделировании. Разновидности моделирования. Математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования.</li> <li>2. Математическое моделирование. Основные этапы математического моделирования. Научное программирование. Процесс численного моделирования.</li> <li>3. Deskриптивные модели. Модели физических процессов. Простейшие модели механических систем.</li> <li>4. Модель движения реактивного снаряда.</li> </ol>
<b>Уметь</b>	Обладать способностью разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики	<p>Проверка алгоритмов решения задач:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическая модель движения реактивного снаряда.</li> <li>2. Математическая модель сражения двух армий.</li> <li>3. Математическая логистическая модель роста населения.</li> </ol>

	к различным областям науки и техники	
<b>Владеть</b>	Владеть умением разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка методом Рунге-Кутты.</li> <li>2. Применение полного дифференциала для приближённых вычислений и определения погрешности вычислений.</li> <li>3. Метод Гаусса для решения системы линейных алгебраических.</li> <li>4. Понятие «Жестких» и «мягких» математических моделей. Примеры.</li> <li>5. «Жесткие» модели как путь к ошибочным предсказаниям.</li> </ol>
<b>ПК-3: Иметь способность к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований</b>		
<b>Знать</b>	Знать приемы преподавания дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований	<p>Ответы вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Логистическая модель роста населения.</li> <li>2. Математическая модель эксплуатации рыбных ресурсов.</li> <li>3. Математическая модель типа «хищник» - «жертва». Примеры.</li> <li>4. Математическая модель многоступенчатого управления.</li> <li>5. Фазовая плоскость и фазовые траектории.</li> <li>6. Неустойчивое равновесие.</li> </ol>
<b>Уметь</b>	Обладать способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и	<p>Проверка алгоритмов решения задач:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Математическая модель эксплуатации рыбных ресурсов.</li> <li>2. Математическая модель типа «хищник» - «жертва».</li> </ol>

	экспериментальных исследований	
<b>Владеть</b>	Владеть способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований	Ответы на вопросы: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация типов особых точек простейших автономных систем.</li> <li>2. Затухающие и незатухающие колебательные процессы в химии.</li> <li>3. Понятие предельных циклов систем с изолированными траекториями.</li> <li>4. Классификация предельных циклов.</li> <li>5. Автоколебания систем.</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета (3 семестр).

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

- оценка «зачтено» ставится при наборе учащимся от 3 до 5 баллов;
- на оценку «не зачтено» (1-2 балла) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.