

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Куижева Саида Казбековна
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.12.2021 13:57:27
Уникальный программный ключ:
71183e1134ef9cfa69b206d480271b3c1a975e6f

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»**

Факультет инженерно-экономический

Кафедра высшей математики и системного анализа

УТВЕРЖДАЮ
Декан экологического факультета
Ю.И. Сухоруких
20 19 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.08.02 Математическая биология

**по направлению
подготовки бакалавров** 35.03.01 Лесное дело

по профилю подготовки Лесомелиорация ландшафтов и инженерная биология


**квалификация (степень)
выпускника** Бакалавр

форма обучения Очная, заочная

год начала подготовки 2019

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению 35.03.01 Лесное дело.


Составитель рабочей программы:
доцент каф. высш. матем. и сист. анализа
кандидат физико-математических наук, доцент
(должность, ученое звание, степень)



(подпись) Шевякова О.П.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры
высшей математики и системного анализа
(наименование кафедры)

Заведующая кафедрой
«12» 05 2019 г.




(подпись) Дёмина Т.И.
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией факультета
(где осуществляется обучение)


«12» 05 2019 г.

Председатель
научно-методического
совета направления (специальности)
(где осуществляется обучение)



(подпись) Н.А. Трушева
(Ф.И.О.)


Декан факультета
(где осуществляется обучение)
«12» 05 2019 г.



(подпись) Сухоруких Ю.И.
(Ф.И.О.)


СОГЛАСОВАНО:

Начальник УМУ
«12» 05 2019 г.



(подпись) Чудесова Н.Н.
(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой
по направлению



(подпись) Трушева Н.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Математическая биология» реализуется и осваивается с целью усвоения студентами основных понятий математической биологии, используемых для описания и моделирования биологических систем.

Задачи дисциплины: привить студентам навыки использования математических методов в практической деятельности; показать студентам универсальный характер понятий математики для получения комплексного представления о подходах к созданию математических моделей биологических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки

Дисциплина «Математическая биология» входит в перечень дисциплин по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, подготовки бакалавра по направлению «Лесное дело».

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими дисциплинами и частями ООП выражается в следующем.

Дисциплине «Математическая биология» предшествует изучение дисциплин «Математика», «Физика», «Биометрия в лесном деле», «Геоинформационные системы в лесном деле» и др.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическая биология», могут быть использованы при написании научно-исследовательских работ и выпускной квалификационной работы.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Планируемые результаты освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: **универсальные компетенции (УК):**

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественнонаучных наук с применением информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности (ОПК-5).

Планируемые результаты обучения по дисциплине.

В результате освоения дисциплины бакалавр должен:

знать: методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа (УК-1); сущность основных естественно-научных законов; методы, средства и способы сбора, обработки и анализа количественных и качественных характеристик объектов живой природы (ОПК-1);

уметь: применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников (УК-1); применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности (ОПК-1); применять методы математического анализа и моделирования (ОПК-5);

владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач (УК-1); навыками теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (ОПК-1); методами экспериментального исследования (ОПК-5).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы. Общая трудоёмкость дисциплины

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры
		7
Контактные часы (всего)	51,25/1,42	51,25/1,42
В том числе:		
Лекции (Л)	17/0,47	17/0,47
Практические занятия (ПЗ)	34/0,94	34/0,94
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Контактная работа в период аттестации (КРАт)		
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	0,25/0,01	0,25/0,01
Самостоятельная работа (СР) (всего)	20,75/0,58	20,75/0,58
В том числе:		
Курсовой проект (работа)		
Контрольные работы	10/0,28	10/0,28
Составление плана-конспекта, решение типовых задач	10,75/0,30	10,75/0,30
Подбор и анализ примеров		
Контроль (всего)	0	0
Форма промежуточной аттестации: зачет		зачет
Общая трудоёмкость (часы/ з.е.)	72/2	72/2

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры
		8
Контактные часы (всего)	12,25/0,34	12,25/0,34
В том числе:		
Лекции (Л)	4/0,11	4/0,11
Практические занятия (ПЗ)	8/0,22	8/0,22
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Контактная работа в период аттестации (КРАт)	0,25/0,01	0,25/0,01
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	0	0
Самостоятельная работа (СР) (всего)	56/1,56	56/1,56
В том числе:		
Курсовой проект (работа)		
Контрольные работы		
Реферат		
Составление плана-конспекта, решение типовых задач	56/1,56	56/1,56
Контроль (всего)	3,75/0,10	3,75/0,10
Форма промежуточной аттестации: зачет		зачет
Общая трудоёмкость (часы/ з.е.)	72/2	72/2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	С/ЛЗ	КРАТ	СРП	Контроль	СР	
7 семестр									
1.	Введение в математическую биологию	1,2	2	4				1,75	Письменный опрос по теоретическому материалу
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	3,4	2	4				2	Контрольная работа
3.	Модели роста популяций	5,6	2	4				2	
4.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	7,8	2	4				3	Письменный опрос по теоретическому материалу
5.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	9,10	2	4				3	Письменный опрос по теоретическому материалу
6.	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	11,12	2	4				3	Письменный опрос по теоретическому материалу
7.	Мультистационарные системы	13,14	2	4				3	Письменный опрос по теоретическому материалу
8.	Колебания в биологических системах	15-17	3	6				3	Письменный опрос по теоретическому материалу
5.	Промежуточная аттестация	17	-	-		0,25	0	-	Зачет в устной форме
ИТОГО:			17	34		0,25	0	20,75	

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)					
		Л	С/ПЗ	КРАТ	СРП	Конт- роль	СР
8 семестр							
1.	Введение в математическую биологию	-	-				4
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	2	2				7
3.	Модели роста популяций	2	2				7
4.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	-	2				7
5.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка		2				7
6.	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы						8
7.	Мультистационарные системы						8
8.	Колебания в биологических системах						8
9.	Промежуточная аттестация: зачет в устной форме			0,25		3,75	
	ИТОГО:	4	8	0,25		3,75	56

5.3. Содержание разделов дисциплины «Математические методы в управлении», образовательные технологии
Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоёмкость (часы/зач. ед.)		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
1.	Введение в математическую биологию	2/0,05	-	Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в различных 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	ОПК-1 ОПК-5 УК-1	Знать: основные понятия раздела. Уметь: проводить классификацию моделей. Владеть: навыками выбора математических моделей для решения прикладных задач	Обсуждение дискуссионных моментов
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	2/0,05	2/0,05	Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости. Решение линейного дифференциального уравнения Примеры: экспоненциальный рост, логистический рост.	ОПК-1 ОПК-5 УК-1	Знать: основные понятия раздела. Уметь: применять количественные и качественные методы анализа при принятии управленческих решений. Владеть: навыками обоснования хозяйственных решений с применением математических методов и моделей.	Проблемная лекция
3.	Модели роста популяций	2/0,05	2/0,05	Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с перекрывающимися поколениями. Дискретное логистическое уравнение. Диаграмма	ОПК-1 ОПК-5 УК-1	Знать: основные понятия раздела. Уметь: адаптировать основные математические модели к конкретным задачам; строить базовые математические модели ис-	Проблемная лекция

				и лестница Ламерея. Типы решений при разных значениях параметра: модотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспьшки численности. Матричные модели популяций. Влияние запаздывания.				следующих систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию. Владеть: навыками решения типовых задач.	Решение проблемных задач
4.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	2/0,05	-	Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр. Пример: химические реакции первого порядка.	ОПК-1 ОПК-5 УК-1		Знать: основные понятия раздела. Уметь: адаптировать основные математические модели к конкретным задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию. Владеть: навыками решения типовых задач.		
5.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	2/0,05	-	Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Уравнения Лотки. Уравнения Вольтерра. Метод функции Ляпунова	ОПК-1 ОПК-5 УК-1		Знать: основные понятия раздела. Уметь: адаптировать основные математические модели к конкретным задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию. Владеть: навыками решения типовых задач.	Обсуждение дискусионных моментов	
6.	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	2/0,05	-	Метод квазистационарных концентраций. Теорема Тихонова. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Бифуркации динамических систем. Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы и фазопараметрические портреты. Катастрофы.	ОПК-1 ОПК-5 УК-1		Знать: основные понятия раздела. Уметь: адаптировать основные математические модели к конкретным задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их	Проблемная лекция	

							аналитическое исследование и оптимизацию. Владеть: навыками решения типовых задач.	Решение проблемных задач
7.	Мультистационарные системы	2/0,05	-	Триггер. Примеры систем с двумя устойчивыми стационарными состояниями. Конкуренция. Силовое и параметрическое переключение триггера. Эволюция. Отбор одного из двух и нескольких равноправных видов. Генетический триггер Жакоба и Моно	ОПК-1 ОПК-5 УК-1	Знать: основные понятия раздела. Уметь: адаптировать основные математические модели к конкретным задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию. Владеть: навыками решения типовых задач.	Решение проблемных задач	
8.	Колебания в биологических системах	3/0,08	-	Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла. Бифуркация Андронова - Хопфа. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний. Модель броселятора. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Автоколебания в модели гликолиза. Внутриклеточные колебания концентрации кальция. Клеточные циклы.	ОПК-1 ОПК-5 УК-1	Знать: основные понятия раздела. Уметь: адаптировать основные математические модели к конкретным задачам; строить базовые математические модели исследуемых систем, проводить их аналитическое исследование и оптимизацию. Владеть: навыками решения типовых задач.	Решение проблемных задач	
	ИТОГО	17/0,47	4/0,11					

5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических и семинарских занятий	Объем в часах/трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1.	Введение в математическую биологию	Основные понятия. Составление (вывод) дифференциального уравнения. Понятие решения дифференциального уравнения. Решение методом разделяющихся переменных. Решение линейного дифференциального уравнения общего вида. Стационарное состояние. Устойчивость стационарных состояний (случай одного уравнения): определения, аналитический метод определения типа устойчивости. Формула Тейлора.	4/0,11	-
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Модели роста популяций: модель Ферхюльста (логистический рост), модель с наименьшей критической численностью.	4/0,11	2/0,05
3.	Модели роста популяций	Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Дискретное логистическое уравнение. Лестница Ламерея.	4/0,11	2/0,06
4.	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Система двух автономных обыкновенных линейных дифференциальных уравнений (ОДУ). Решение системы двух линейных автономных ОДУ. Типы особых точек.	4/0,11	2/0,06
5.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	Система двух автономных обыкновенных линейных дифференциальных уравнений (ОДУ). Фазовая плоскость. Изоклины. Построение фазовых портретов. Кинетические кривые.	4/0,11	2/0,05
6.	Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы.	Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Классическая система Вольтерра. Аналитическое исследование (определение стационарных состояний и их устойчивости) и построение фазовых и кинетических портретов.	4/0,11	-
7.	Мультистационарные системы	Триггерные системы. Конкуренция. Аналитическое исследование (определение стационарных состояний и их устойчивости) и построе-	4/0,11	-

		ние фазовых и кинетических портретов.		
8.	Колебания в биологических системах	Колебательные системы. Локальная модель брюсселятора. Построение фазовых фазовых портретов при различных значениях параметров.	6/0,17	-
	ИТОГО		34/0,94	8/0,22

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий. Поэтому при проведении практического занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).

2. Проверить правильность выполнения заданий, подготовленных студентом дома (с оценкой).

Любое практическое занятие включает самостоятельную проработку теоретического материала и изучение методики решения типовых задач. Некоторые задачи содержат элементы научных исследований, которые могут потребовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

5.7. Самостоятельная работа студентов

При организации внеаудиторной **самостоятельной работы** по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение учебного материала, перенесённого с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- решение студентом самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений;
- выполнение индивидуальных заданий повышенной сложности, направленных на развитие у студентов научного мышления и инициативы;
- выполнение расчетно-графических домашних заданий;
- подготовку к контрольному срезу знаний, тестированию, зачету.

5.7.1. Содержание и объем самостоятельной работы студентов для ОФО

Разделы и темы рабочей программы для самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах/ трудоемкость в з.е.
1. Введение в математическую биологию	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	1,2 недели	1,75/0,05
2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач.	3,4 недели	1/0,03
3. Модели роста популяций	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	5,6 недели	1/0,03
4. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	7,8 недели	1/0,03
5. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	9,10 недели	1/0,03
6. Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	11,12 недели	1/0,03
7. Мультистационарные системы	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	13,14 недели	2/0,0,5
8. Колебания в биологических системах	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	15-17 недели	2/0,0,5
9. Контрольная работа	Решение задач	3-6 недели	10,0/0,28
ИТОГО:			20,75/0,58

5.7.2. Содержание и объем самостоятельной работы студентов для ЗФО

Разделы и темы рабочей программы для самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах/ трудоёмкость в з.е.
1. Введение в математическую биологию	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	1,2 недели	4/0,11
2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	3,4 недели	7/0,19
3. Модели роста популяций	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	5,6 недели	7/0,20
4. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	7,8 недели	7/0,20
5. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	9,10 недели	7/0,20
6. Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	11,12 недели	8/0,22
7. Мультистационарные системы	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	13,14 недели	8/0,22
8. Колебания в биологических системах	Составление плана-конспекта. Подбор и анализ примеров. Решение типовых задач	15-17 недели	8/0,22
ИТОГО:			56/1,56

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1. Методические указания (собственные разработки)

1. Беданок, М.К. Математическое и имитационное моделирование: учебно-методическое пособие / М.К. Беданок, Л.Н. Мамадалиева. - Майкоп: Кучеренко В.О., 2014. - 99 с. - Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100024905>

6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Мешалкин, В.П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: учеб. пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. — Москва: ИНФРА-М, 2017. — 357 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/560753>

2. Сериков, М.Т. Основы математического моделирования в лесоустройстве: Учебное пособие / Сериков М.Т. - Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 107 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/858443>

3. Ризниченко, Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1 / Г.Ю. Ризниченко. — Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. — 232 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17629.html>

4. Ризниченко, Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии / Г. Ю. Ризниченко. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2003. — 184 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16565.html>

5. Нахушев, А.М. Уравнения математической биологии: учебное пособие для студентов / А.М. Нахушев. - М.: Высшая школа, 1995 - 301 с.

СОГЛАСОВАНО
С БИБЛИОТЕКОЙ МГТУ

САМУСОВА Е.Е. /

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Математические методы в управлении»

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестра согласно учебному плану ОФО)	Наименование дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения ОП
УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
1	Математика
1	Физика
1	Информатика
4	Научно-исследовательская работа
5	Биометрия в лесном деле
6	Проектно-технологическая практика
7	Геоинформационные системы в лесном хозяйстве
4,5,6,7	Проектный практикум
7	Математическое моделирование биологических процессов
7	<i>Математическая биология</i>
7	Научно-исследовательская работа
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1 - способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	
1	Математика
1	Физика
1	Информатика
2	Дендрология и география лесов
2	Геодезия с основами лесного кадастра
3	Экология
3	Биология лесных растений
4	Агрохимия и агропочвоведение
5	Биометрия в лесном деле
7	Геоинформационные системы в лесном хозяйстве
7	Математическое моделирование биологических процессов
7	<i>Математическая биология</i>
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5 - способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	
3	Лесная фитопатология и энтомология
3	Лесные экосистемы
3	Урбоэкосистемы
4	Научно-исследовательская работа
5	Лесная генетика, селекция и семеноводство

5	Биометрия в лесном деле
5,6	Инженерная биология и мелиорация ландшафтов
4,5,6,7	Проектный практикум
6	Проектно-технологическая практика
7	Научно-исследовательская работа
7	Математическое моделирование биологических процессов
7	<i>Математическая биология</i>
8	Лесной мониторинг
8	Биоиндикация
8	Преддипломная практика
8	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			Наименование оценочного средства	
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо		отлично
УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Контрольная работа, письменный опрос, зачет
уметь: применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методической системного подхода для решения поставленных задач	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-1 - способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественно-учных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	
знать: сущность основных естественно-научных законов; методы, средства и способы сбора, обработки и анализа количественных и качественных характеристик объектов живой природы	Частичные умения	Неполные умения	Учения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
уметь: применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности; применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении	Успешное и систематическое применение	

тельности			навыков допускаются пробелы	нение навыков	
<p>ОПК-5 - способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности 5</p> <p>знать: структуру технологических процессов лесосечных работ; классификацию лесозаготовительных машин и лесопромышленных складов; нормативные документы, регламентирующие санитарные и лесоводственные требования, предъявляемые к технологическим процессам лесосечных работ</p> <p>уметь: применять методы математического анализа и моделирования; производить выбор необходимого оборудования с учетом природно-климатических и региональных особенностей района лесозаготовки; разрабатывать программы и проводить испытания новых технологических систем, средств и методов проведения лесозаготовок, работ по уходу за лесами, охраны, защиты и воспроизводству лесов</p> <p>владеть: методами экспериментального исследования; методами, необходимыми для достижения оптимальных технологических и экономических результатов при решении задач по рациональному использованию лесов; навыками в прикладном использовании при разработке лесосеки и работе на складах; навыками проектирования лесосечных и лесоскладских работ</p>	<p>Фрагментарные знания</p>	<p>Неполные знания</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p>	<p>Сформированные систематические знания</p>	<p>Контрольная работа, письменный опрос, зачет</p>
	<p>Частичные умения</p>	<p>Неполные умения</p>	<p>Учения полные, допускаются небольшие ошибки</p>	<p>Сформированные умения</p>	
	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	

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

Задания для контрольной работы

Задание 1. Найти общее решение (общий интеграл) дифференциального уравнения

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x+1}{t+1}.$$

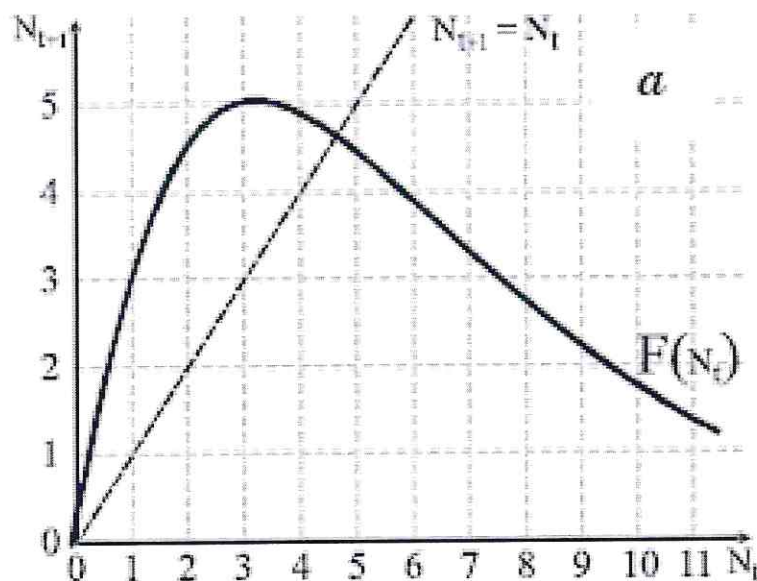
Задание 2. Найти стационарные состояния уравнения

$$\frac{dx}{dt} = 0,1x^2 - 2x^4.$$

Задание 3. Разложить функцию $f(x)$ в ряд Тейлора в окрестности точки x_0 до 4 порядка:

$$f(x) = x^4 + 3, \quad x_0 = 1.$$

Задание 4. С помощью диаграммы Ламерея построить график динамики численности популяции, если зависимость $N_{t+1} = f(N_t)$ имеет вид (см. рис.).



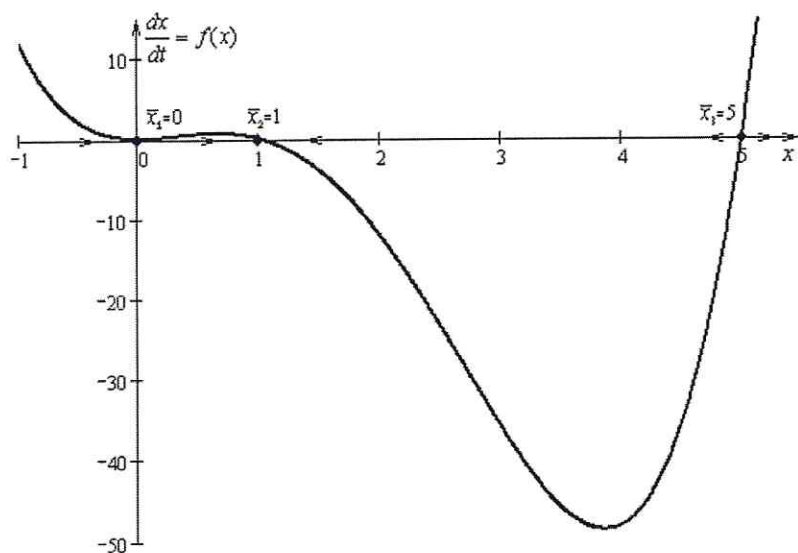
Тест для контроля остаточных знаний

Задание 1. Сколько стационарных состояний имеет уравнение

$$\frac{dx}{dt} + \eta x^4 = \gamma x^2$$

- 1) одно 2) два 3) три 4) ни одного

Задание 2. Устойчивыми стационарными состояниями являются (определить по графику функции $f(x)$)



- 1) x_1, x_2 и x_3 2) только x_1 3) только x_2 4) x_1 и x_3

Задание 3. Фазовый портрет «седло», соответствующий системе двух линейных дифференциальных уравнений, изображен на рисунке

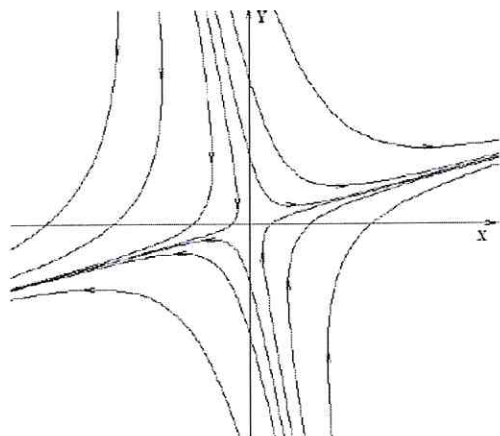


Рис. 1

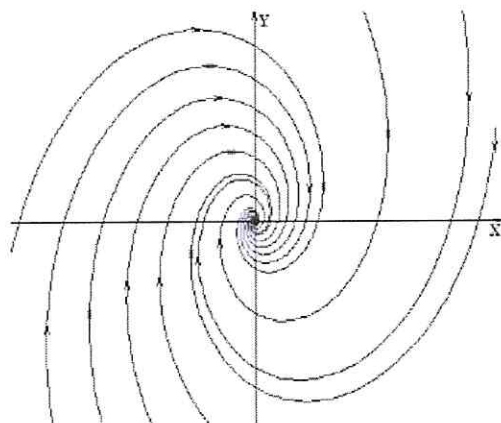


Рис.2

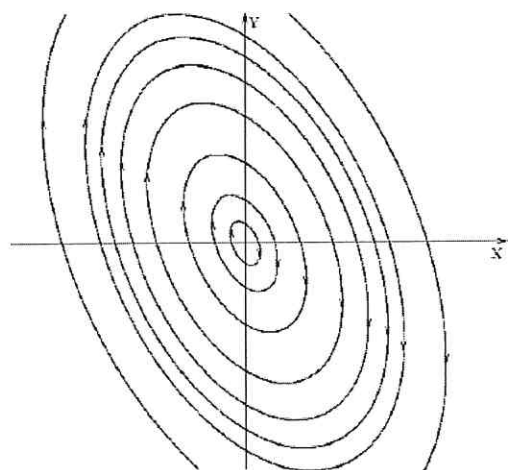


Рис.3

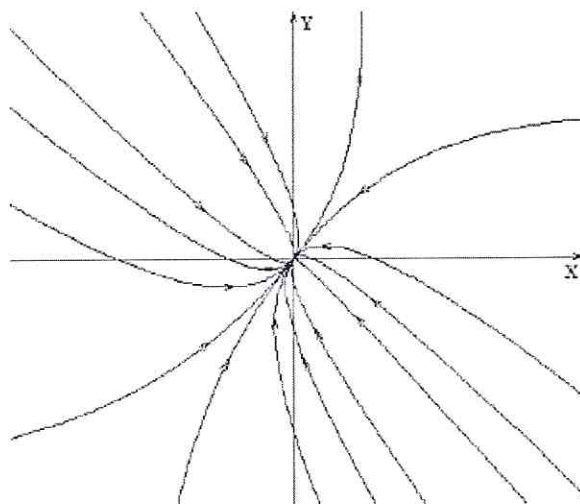


Рис.4

- 1) 2 2) 3 3) 1 4) 4

Вопросы к зачету

1. Понятие модели.
2. Объекты, цели и методы моделирования.
3. Модели в разных науках.
4. Компьютерные и математические модели.
5. История первых моделей в биологии.
6. Современная классификация моделей биологических процессов.
7. Регрессионные, имитационные, качественные модели.
8. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей.
9. Специфика моделирования живых систем.
10. Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению.
11. Понятие решения одного автономного дифференциального уравнения. Стационарное состояние (состояние равновесия).
12. Устойчивость состояния равновесия.
13. Методы оценки устойчивости.
14. Решение линейного дифференциального уравнения.
15. Решение дифференциальных уравнений, описывающих экспоненциальный рост, логистический рост.
16. Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью.
17. Модели с неперекрывающимися поколениями.
18. Дискретное логистическое уравнение.
19. Диаграмма и лестница Ламерея.
20. Типы решений при разных значениях параметра: монотонные и затухающие решения, циклы, квазистохастическое поведение, вспышки численности.
21. Матричные модели популяций.
22. Влияние запаздывания.
23. Фазовая плоскость. Фазовый портрет.
24. Метод изоклин. Главные изоклины.
25. Устойчивость стационарного состояния.
26. Линейные системы.
27. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр.
28. Химические реакции первого порядка.
29. Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния.
30. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем.
31. Уравнения Лотки.
32. Уравнения Вольтерра.
33. Метод функции Ляпунова
34. Метод квазистационарных концентраций.
35. Теорема Тихонова.
36. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
37. Бифуркации динамических систем.
38. Типы бифуркаций.
39. Бифуркационные диаграммы и фазопараметрические портреты.
40. Катастрофы.
41. Триггер. Примеры систем с двумя устойчивыми стационарными состояниями.
42. Конкуренция. Силовое и параметрическое переключение триггера.
43. Эволюция. Отбор одного из двух и нескольких равноправных видов.
44. Генетический триггер Жакоба и Моно.
45. Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости.

46. Предельные циклы. Условия существования предельных циклов. Рождение предельного цикла.
47. Бифуркация Андронова - Хопфа. Мягкое и жесткое возбуждение колебаний.
48. Модель брюсселятор. Примеры автоколебательных моделей процессов в живых системах.
49. Колебания в темновых процессах фотосинтеза.
50. Автоколебания в модели гликолиза.
51. Внутриклеточные колебания концентрации кальция. Клеточные циклы.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к контрольной работе

Контрольная работа представляет собой один из видов самостоятельной работы обучающихся. По сути – это изложение ответов на определенные теоретические вопросы по учебной дисциплине, а также решение практических задач. Контрольные проводятся для того, чтобы развить у обучающихся способности к анализу научной и учебной литературы, умение обобщать, систематизировать и оценивать практический и научный материал, укреплять навыки овладения понятиями определенной науки и т. д.

При оценке контрольной преподаватель руководствуется следующими критериями:

- работа была выполнена автором самостоятельно;
- обучающийся подобрал достаточный список литературы, который необходим для осмысления темы контрольной;
- автор сумел составить логически обоснованный план, который соответствует поставленным задачам и сформулированной цели;
- обучающийся проанализировал материал;
- контрольная работа отвечает всем требованиям четкости изложения и аргументированности, объективности и логичности, грамотности и корректности;
- обучающийся сумел обосновать свою точку зрения;
- контрольная работа оформлена в соответствии с требованиями;
- автор защитил контрольную и успешно ответил на все вопросы преподавателя.

Контрольная работа, выполненная небрежно, не по своему варианту, без соблюдения правил, предъявляемых к ее оформлению, возвращается без проверки с указанием причин, которые доводятся до обучающегося. В этом случае контрольная работа выполняется повторно.

Вариант контрольной работы выдается в соответствии с порядковым номером в списке бакалавров.

Критерии оценки знаний при написании контрольной работы

Отметка «отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Отметка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необ-

ходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания.

Требования к выполнению тестового задания

Тестирование является одним из основных средств формального контроля качества обучения. Это метод, основанный на стандартизированных заданиях, которые позволяют измерить психофизиологические и личностные характеристики, а также знания, умения и навыки испытуемого.

Основные принципы тестирования, следующие:

- связь с целями обучения - цели тестирования должны отвечать критериям социальной полезности и значимости, научной корректности и общественной поддержки;

- объективность - использование в педагогических измерениях этого принципа призвано не допустить субъективизма и предвзятости в процессе этих измерений;

- справедливость и гласность - одинаково доброжелательное отношение ко всем обучающимся, открытость всех этапов процесса измерений, своевременность ознакомления обучающихся с результатами измерений;

- систематичность – систематичность тестирований и самопроверок каждого учебного модуля, раздела и каждой темы; важным аспектом данного принципа является требование репрезентативного представления содержания учебного курса в содержании теста;

- гуманность и этичность - тестовые задания и процедура тестирования должны исключать нанесение какого-либо вреда обучающимся, не допускать ущемления их по национальному, этническому, материальному, расовому, территориальному, культурному и другим признакам;

Важнейшим является принцип, в соответствии с которым тесты должны быть построены по методике, обеспечивающей выполнение требований соответствующего федерального государственного образовательного стандарта.

В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:

- закрытая форма - является наиболее распространенной и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил.

- открытая форма - вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие - части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»).

- установление соответствия - в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;

- установление последовательности - предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.

Критерии оценки знаний при проведении тестирования

Отметка «отлично» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 85% тестовых заданий;

Отметка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 70 % тестовых заданий;

Отметка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа не менее 50 %;

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

Критерии оценки знаний на зачете

Зачет - форма проверки знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в процессе усвоения учебного материала лекционных и практических занятий по дисциплине.

Зачет может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению преподавателя. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Экзаменатор может проставить зачет без опроса или собеседования тем аспирантам, которые активно участвовали в практических занятиях.

Критерии оценки знаний при проведении зачета.

«**Зачтено**» - выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично, последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«**Не зачтено**» - выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Мешалкин, В. П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем : учеб. пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 357 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/560753>

2. Сериков, М. Т. Основы математического моделирования в лесоустройстве: Учебное пособие / Сериков М.Т. - Воронеж:ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 107 с. - ЭБС «Znanium. com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/858443>

8.2. Дополнительная литература

3. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1 / Г.Ю. Ризниченко. — Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. — 232 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17629.html>

4. Ризниченко, Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии / Г. Ю. Ризниченко. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2003. — 184 с. - ЭБС «IPRBooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16565.html>

5. Беданок, М.К. Математическое и имитационное моделирование: учебно-методическое пособие / М.К. Беданок, Л.Н. Мамадалиева. - Майкоп: Кучеренко В.О., 2014. - 99 с. - Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8002/libdata.php?id=2100024905>

6. Нахушев, А.М. Уравнения математической биологии: учебное пособие для студентов / А.М. Нахушев. - М.: Высшая школа, 1995 - 301 с.

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

- Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

- <http://www.mathprofi.ru/> - ресурс предназначен для студентов технических, экономических и гуманитарных специальностей. Каждый, кто осваивает высшую математику, найдет немало полезных учебных материалов, изложенных в доступной форме.

<https://www.webmath.ru/> - математические онлайн сервисы для помощи школьникам и студентам с решением задач по математике, физике, теории вероятности и многим другим предметам. На сайте представлено много онлайн калькуляторов.

<https://math.semestr.ru/> - онлайн калькуляторы по различным разделам математики.

СОГЛАСОВАНО
С БИБЛИОТЕКОЙ МГТУ

/САМУСОВА Е.Е./

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Совершенствование методов управления и планирования хозяйственной деятельности в значительной мере связано с применением в науке и практике математических методов исследования.

Цель курса «Математическая биология» в системе подготовки бакалавра– освоение необходимых теоретических знаний и приобретение элементарных практических навыков по формулированию прикладных математических моделей, их анализу и использованию для принятия практических решений.

Задачи изучения дисциплины «Математическая биология» состоят в ознакомлении студентов с сущностью, познавательными возможностями и практическим значением моделирования как одного из научных методов познания реальности; с наиболее распространёнными математическими методами, используемыми в моделировании живых систем; умении интерпретировать результаты математического моделирования и применять их для обоснования хозяйственных решений; в формировании основы для дальнейшего самостоятельного изучения приложений математического моделирования в процессе профессиональной деятельности

Целью лекций является изложение теоретического материала и иллюстрация его примерами и задачами; истории появления наиболее важных понятий и результатов.

Целью практических занятий является закрепление теоретического материала лекций и выработка умения решать примеры и задачи для последующего применения математических методов в приложениях.

Задачи изучения дисциплины состоят в реализации требований, установленных в ФГОС ВО подготовке бакалавров по направлению «Ландшафтная архитектура».

Методические указания по подготовке к практическим занятиям

Раздел / Тема с указанием основных учебных элементов	Формируемые компетенции	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
1. Введение в математическую биологию	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков,	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и системати-	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия,

		закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	зация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	дидактические материалы
3. Модели роста популяций	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
4. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
5. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы

6. Проблема быстрых и медленных переменных. Теорема Тихонова. Типы бифуркаций. Катастрофы	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
7. Мультистационарные системы	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы
8. Колебания в биологических системах	УК-1 ОПК-1 ОПК-5	По источнику получения знаний – лекция, практические задания; по назначению - приобретение знаний, формирование умений и навыков, закрепление, проверка знаний, умений и навыков; по типу познавательной деятельности - объяснительно-иллюстративный	Аудиторная (изучение нового учебного материала, формирование и совершенствование умений и навыков, обобщение и систематизация знаний, контроль). Индивидуально-групповой и коллективный	Устная речь, письмо, схемы, рисунки, чертежи, учебники, учебные пособия, дидактические материалы

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015;
2. Свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:
 1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;
 2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;
 3. Офисный пакет «WPS office»;
 4. Программа для работы с архивами «7zip»;
 5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. IPRBooks. Базовая коллекция: электронно-библиотечная система: сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". – Саратов, 2010. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Znanium.com. Базовая коллекция: электронно-библиотечная система: сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". – Москва, 2011 - URL: <http://znanium.com/catalog> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. CYBERLENINKA: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ): федеральная государственная информационная система: сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004. - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Естественно-научный образовательный портал: сайт / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – Москва, 2002. – URL: http://www.en.edu.ru/#_blank.
5. Единое окно доступа к информационным ресурсам: сайт / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – Москва, 2005. - URL: <http://window.edu.ru/>

СОГЛАСОВАНО
С БИБЛИОТЕКОЙ МГТУ

САМУСОВА Е.Е.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Специальные помещения		
<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: ауд. 219 адрес: г. Майкоп, ул. Первомайская, 191.</p> <p>Аудитории для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: ауд. 215 адрес: г. Майкоп, ул. Первомайская, 191.</p> <p>Компьютерный класс: ауд. 117 адрес: г. Майкоп, ул. Первомайская, 191</p>	<p>Переносное мультимедийное оборудование, доска, мебель для аудиторий, компьютерный класс на 15 посадочных мест, оснащенный компьютерами Pentium с выходом в Интернет</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015;</p> <p>2. Свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <p>1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;</p> <p>2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;</p> <p>3. Офисный пакет «WPS office»;</p> <p>4. Программа для работы с архивами «7zip»;</p> <p>5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»</p>
Помещения для самостоятельной работы		
<p>Учебные аудитории для самостоятельной работы: ауд. 215, 219 адрес: г. Майкоп, ул. Первомайская, 191</p> <p>В качестве помещений для самостоятельной работы: компьютерный класс ауд. 117 адрес: г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, читальный зал: ул. Первомайская, 191, 3 этаж.</p>	<p>Переносное мультимедийное оборудование, доска, мебель для аудиторий, компьютерный класс на 15 посадочных мест, оснащенный компьютерами Pentium с выходом в Интернет</p>	<p>1. Операционная система «Windows», договор 0376100002715000045-0018439-01 от 19.06.2015;</p> <p>2. Свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:</p> <p>1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;</p> <p>2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;</p> <p>3. Офисный пакет «WPS office»;</p> <p>4. Программа для работы с архивами «7zip»;</p> <p>5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»</p>

**Дополнения и изменения в рабочей программе
на _____/_____ учебный год**

В рабочую программу _____

(наименование дисциплины)

для направления (специальности) _____

(номер направления (специальности))

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____

(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

(наименование кафедры)

« ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)