

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет строительства и экологии

Кафедра Водного хозяйства, экологической и промышленной безопасности

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Калугин А.В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.02.Математическое моделирование процессов в компонентах природы

на 216 часа(ов), 6 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 20.04.02 – Природообустройство и водопользование

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Магистерская программа – Природообустройство территорий подверженных
чрезвычайным ситуациям (для набора 2020)

Форма обучения очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Курс «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» направлен на изучение принципов и методов моделирования природных процессов.

Целью изучения дисциплины является получение студентами научно-теоретических знаний о моделировании природных процессов и экологических систем, как методе изучения.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение методов моделирования природных процессов и экологических систем;
- изучение классификации моделей, этапов моделирования.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» входит в состав базовой части цикла дисциплин.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы), 216 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	1 семестр	
Общая трудоемкость		216
Аудиторные занятия, в т.ч.	72	72
лекционные (ЛК)	36	36
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	36	36
лабораторные (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)	КР	

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОК-4	способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения, обучаться новым методам исследования и использовать их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ОК-5	способностью оформлять, представлять, докладывать, обсуждать и распространять результаты профессиональной деятельности
ОПК-5	способностью профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства
ОПК-6	способностью собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию
ПК-7	способностью разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
	Пороговый: 1) Имеет способность приобретать с помощью информационных технологий общие знания основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой; 2) Знать общие сведения о моделях эпидемий, эволюции популяций, модели типа «хищник-жертва» и дескриптивные модели природных процессов, принцип их работы; 3) Знать общие сведения о моделях и о современном научном и техническом оборудовании; 4) Знать общие сведения о моделях и о том, как обобщать и анализировать информацию; 5) Знать как вести базы экспериментальных данных, а также как производить поиск и выбор методов для решения научно-исследовательских задач

Знать	Стандартный: 1) Имеет знание программного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, знания видов математического моделирования; основные принципы моделирования систем; 2)Иметь знания теоретических основ работы моделей: эпидемий, эволюции популяций, типа «хищник-жертва» и дескриптивные модели природных процессов, Представлять и анализировать применение таких математических моделей; 3)Иметь знания теоретических основ работы профессиональных компьютерных программных средств; 4) Иметь знания теоретических основ по сбору и обобщению экспериментальной и технической информации по моделированию природных процессов; 5)Иметь знания теоретических основ математического моделирования для решения научно-исследовательских задач Эталонный: 1) В полном объеме знает особенности видов математического моделирования; принципы моделирования системы; 2)При исследовании природных процессов уметь устанавливать зависимость между рассматриваемыми явлениями; 3)При исследовании природных процессов уметь профессионально использовать техническое оборудование и программы ; 4)При исследовании природных процессов уметь профессионально использовать экспериментальную и техническую информацию; 5)При исследовании природных процессов уметь профессионально проводить анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов
	Пороговый: 1)Умеет пользоваться основной литературой, устно и письменно излагать результаты своей учебной и исследовательской работы; приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения; при выполнении экзаменационных заданий допускает погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене; 2)Уметь использовать методики расчета математических моделей. Представлять и докладывать полученные результаты; 3)Уметь использовать методики расчета математических моделей в приложении с профессиональными компьютерными программами ; 4)Уметь использовать методики расчета математических моделей, и анализировать экспериментальную информацию; 5)Уметь использовать методики расчета математических моделей, и вести базы экспериментальных данных

Уметь	Стандартный: 1) Умеет применять знания программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания и расчеты по моделированию природных процессов ; 2) Уметь применять методы решения задач и виды анализа в практической деятельности; 3) Уметь использовать современное научное оборудование при решения задач по анализа и на практике; 4) Уметь собирать обобщать информацию при решения задач по моделированию ; 5) Уметь производить поиск и выбор методов и моделей для решения научных задач Эталонный: 1) Применяет всесторонне, систематически глубокое знание программного материала по системам моделирования; самостоятельно применять технологических решений в практической деятельности; 2) Уметь пользоваться инструментами расчета при корреляционном анализе, регрессионном анализе, оценивать результаты экспериментальных исследований; 3) Уметь профессионально пользоваться компьютерными программами при корреляционном анализе, регрессионном анализе, оценивать результаты экспериментальных исследований; 4) При исследовании природных процессов уметь профессионально использовать экспериментальную и техническую информацию Уметь профессионально собирать, обобщать и анализировать полученную информацию при расчетах природных процессов, таких как: корреляционный анализ, регрессионный анализ, оценивать результаты экспериментальных исследований; 5) Уметь профессионально производить поиск и выбор методов для решения задач по математическому моделированию природных процессов, анализировать результаты экспериментальных исследований
	Пороговый: 1) Владеет знаниями основного программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учёбы и в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности; 2) Владеть общими знаниями теории математического моделирования 3) Владеть общими знаниями теории математического моделирования при использовании современных технических средств ; 4) Владеть общими знаниями теории математического моделирования и способностью анализа информации ; 5) Владеть общими знаниями о базах экспериментальных данных по моделирования природных процессов

Владеть	Стандартный: 1) Имеет навыки методов исследования и использования их в практической деятельности ; 2) Владеть основными расчетами при корреляционном анализе, регрессионном анализе, оценивать результаты экспериментальных исследований, выполнять анализ временных рядов; 3) Владеть основными расчетами при корреляционном анализе, регрессионном анализе, оценивать результаты экспериментальных исследований, выполнять анализ временных рядов в компьютерных программах на техническом оборудовании; 4) Владеть основными расчетами при корреляционном и регрессионном анализах и др. расчеты, анализировать результаты экспериментальных исследований; 5) Владеть основными расчетами для решения научно- исследовательских задач по математическому моделированию природных процессов
	Эталонный: 1) Владеет методами информационных технологий, и с помощью этих технологий приобретать новые знания и использовать их в практической деятельности. анализа режимов; 2) На основе полученных знаний, владеть способностью представлять полученные результаты, докладывать их, обсуждать и распространять полученные результаты; 3) Профессионально использовать научное и техническое оборудование и приборы, а также компьютерные программы для выполнения математического моделирования; 4) Профессионально обобщать и анализировать информацию для выполнения математического моделирования; 5) Профессионально производить поиск и выбор методов и моделей для решения научных задач, выполнять математическое моделирование природных процессов

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1-1	Общие принципы построения моделей	24	4	4		16
	1-2	Математическое моделирование	28	6	4		18
2	2-1	Принципы моделирования экологического объекта.	20	4	6		10
	2-2	Модели эволюции популяции. Модели типа «хищник-жертва».	16	4	4		8

3	3-1	Дескриптивные модели природных процессов	22	4	4		14
	3-2	Использование численных методов при анализе дескриптивных моделей	24	4	4		16
4	4-1	Моделирование процессов переноса и распространения загрязняющих веществ в воздушном бассейне	24	6	4		14
	4-2	Стохастические модели.	22	4	6		12
Итого			180	36	36	0	108

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1-1	Общие принципы построения моделей. Цели моделирования. Виды моделирования. Материальное и идеальное моделирование. Физическое и аналоговое моделирование. Интуитивное и знаковое моделирование. Математическое моделирование.
	1-2	Математическое моделирование.. Уровни моделирования. Общие свойства моделей экологических объектов. Эмпирические и функциональные модели. Статические, динамические и стохастические модели природных процессов.
2	2-1	Принципы моделирования экологических объектов. Модели основных гидрологических процессов. Модель руслового стока. Модель кинематической волны. Диффузионная модель Модель Сен-Венана. Модели склонового стока, насыщенной и ненасыщенной зон, водоема. Объединение моделей в систему (методы стыковки дифференциальных уравнений) и замыкание моделей гидрологического цикла упрощенной экологической моделью.
	2-2	Модели эволюции популяций. Простейшие модели популяции. Модель динамики популяции. Логистическая кривая роста. Модели типа "хищник-жертва". Фазовый портрет.
3	3-1	Дескриптивные модели природных процессов. Трехмерные, двухмерные и одномерные модели. Одномерная модель процесса переноса примесей водотоком.

	3-2	Использование численных методов при анализе дескриптивных моделей. Нелинейные алгебраические уравнения. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Интерполяция. Аппроксимация.
4	4-1	Моделирование процессов переноса и распространения загрязняющих веществ в воздушном бассейне. Требования, предъявляемые к моделям переноса загрязнения воздушного бассейна. Факторы, определяющие распространение загрязняющего вещества. Модели, полученные на основе решения уравнения турбулентной диффузии. Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника. Модели, полученные на основе статистических методов.
	4-2	Стохастические модели гидрологических процессов. Динамические и статистические закономерности, обобщение динамических моделей гидрологических процессов в виде стохастических дифференциальных уравнений. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) для описания эволюции плотности вероятности расхода воды в речном бассейне. Физический смысл уравнения ФПК как закона сохранения вероятности в изучаемой системе. Коэффициенты сноса и диффузии, их физическая (гидрологическая) интерпретация. Поглощающие и отражающие граничные условия.

3.3. Практические (семинарские) занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
1	1-1	Статистические характеристики случайных величин
	1-2	Определение основных статистических характеристик гидрологического ряда наблюдений
2	2-1	Корреляционный анализ природных процессов. Парная корреляция. Множественная корреляция
	2-2	Регрессионный анализ. Линейная регрессия. Нелинейная регрессия

3	3-1	Анализ временных рядов. Оценка результатов экспериментальных исследований. Анализ грубых ошибок измерений. Проверка воспроизводимости измерений в серии опытов по критерию Кохрена.
	3-2	Дисперсионный анализ. Кластерный анализ
4	4-1	Моделирование гидрологического процесса в речной системе при различных сценариях метеорологических воздействий и хозяйственной деятельности
	4-2	Стохастическая модель «осадки - сток»

3.4. Лабораторные занятия

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1-1	Общие принципы построения моделей	Работа с электронными образовательными ресурсами
1	1-2	Математическое моделирование	Подготовка к контрольной работе
2	2-1	Принципы моделирования экологического объекта	Работа с электронными образовательными ресурсами
2	2-2	Модели эволюции популяции. Модели типа «хищник-жертва».	Написание реферата
3	3-1	Дескриптивные модели природных процессов	Работа с электронными образовательными ресурсами
3	3-2	Использование численных методов при анализе дескриптивных моделей	Работа с электронными образовательными ресурсами

4	4-1	Моделирование процессов переноса и распространения загрязняющих веществ в воздушном бассейне	Работа с электронными образовательными ресурсами
4	4-2	Стохастические модели	Написание реферата

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1-1	лк, пр	Групповое обсуждение	8
1	1-2	лк, пр	Анализ конкретных ситуаций, информационные технологии	6
2	1-2	лк, пр	Анализ конкретных ситуаций, информационные технологии	6
2	2-2	лк, пр	Анализ конкретных ситуаций, информационные технологии	6
3	3-1	лк, пр	Информационные технологии	4
4	4-1	лк, пр	Информационные технологии	4

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

[Фонд оценочных средств](#)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

Печатные издания:

1. Шаликовский, Андрей Валерьевич. Моделирование природных процессов и экологических систем : учеб. пособие / Шаликовский Андрей Валерьевич, Курганович Константин Анатольевич. - Чита : ЗабГУ, 2012. - 104 с. - ISBN 978-5-9293-0771-3 : 82-00.

6.1.2. Издания из ЭБС

Издания из ЭБС:

1. Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем. Практикум : Учебное пособие для бакалавров / Советов Борис Яковлевич; Советов Б.Я., Яковлев С.А. - 4-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 295. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-2858-7 : 92.55.

2. Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем : Учебник / Советов Борис Яковлевич; Советов Б.Я., Яковлев С.А. - 7-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 343. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-3898-2 : 105.65.

3. Пылаева, Алена Владимировна. Модели и методы кадастровой оценки недвижимости : Учебное пособие / Пылаева Алена Владимировна; Пылаева А.В. - 2-е изд. - Computer data. - М. : Издательство Юрайт, 2018. - 173. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-04263-4 : 1000.00.
4. Ризниченко, Галина Юрьевна. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : Учебник / Ризниченко Галина Юрьевна; Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 253. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-03989-4. - ISBN 978-5-534-03990-0 : 81.90.
5. Ризниченко, Галина Юрьевна. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 2 : Учебник / Ризниченко Галина Юрьевна; Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 211. - (Университеты России). - ISBN 978-5-534-03990-0. - ISBN 978-5-534-04054-8 : 70.43.

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

Печатные издания:

1. Виноградов, Юрий Борисович. Математическое моделирование в гидрологии : учеб. пособие / Виноградов Юрий Борисович, Виноградова Татьяна Александровна. - Москва : Академия, 2010. - 304 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-6785-8 : 543-40.
2. Моделирование природных процессов и экологических систем : метод. указ. / разраб. К.А. Курганович, А.В. Шаликовский. - Чита : ЧитГУ, 2008. - 40с. - б/ц.

6.2.2. Издания из ЭБС

Издания из ЭБС:

1. Волкова, Виолетта Николаевна. Моделирование систем и процессов. Практикум : Учебное пособие / Волкова Виолетта Николаевна; Волкова В.Н. - Отв. ред. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 295. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-01442-6 : 115.48.
2. Волкова, Виолетта Николаевна. Моделирование систем и процессов : Учебник / Волкова Виолетта Николаевна; Волкова В.Н. - Отв. ред., Козлов В.Н. - Отв. ред. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 450. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-02422-7 : 167.08.

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Библиотека ЗабГУ. – Режим доступа: <http://library.zabgu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза». – Режим доступа: <http://studentlibrary.ru/>
3. Электронная библиотечная система «Юрайт». – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/>

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672010, г. Чита, ул. Амурская, 15 ауд. 05-110.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Доска – меловая. Рабочее место преподавателя. Ученические столы. Ученические скамьи. Мультимедийное оборудование: ноутбук, мультимедийный проектор, экран.

672010, г. Чита, ул. Амурская, 15 ауд. 05-201-а

Учебная аудитория для курсового и дипломного проектирования (выполнения курсовых и дипломных работ), индивидуальных консультаций, самостоятельной работы

Доска – меловая, Тумбы, Шкафы, Рабочее место преподавателя. Стулья ученические, Столы ученические, Столы чертежные, Стол компьютерный. ПК.

672010, г. Чита, ул. Амурская, 15 ауд. 05-304.

Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и самостоятельной работы.

Доска маркерная. Ученические столы. Ученические стулья. Компьютерные столы.

ПК-13 шт.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнение всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, а также с электронными и интернет-источниками. При возникновении трудностей в ходе подготовки к занятиям и итоговому контролю, студенты могут получить консультацию у преподавателя.

Разработчик/группа разработчиков: Манилюк Татьяна Александровна, доцент,
Курганович Константин Анатольевич, зав. кафедрой ВХЭиПБ

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 31.08.2020 г. № 1)**