Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГМТУ»)

Технологический факультет
Кафедра экологии моря

УТВЕРЖДАЮ
Декан технологического факультета
_____ О.В. Яковлев
«02» 09. 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Системный анализ и моделирование экосистем

Уровень основной профессиональной образовательной программы – магистратура
Направление подготовки – 05.04.06 Экология и природопользование
Направленность (профиль) – Экология моря
Учебный план 2021 года разработки

Описание учебной дисциплины по формам обучения

Очная													Заочная												
Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	РГР, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)	Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	Контрольная работа, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)
2	3	180/5	30	10		20		102	24		2	22(Экз.)	2	3	180/5	6	2		4		139	24		2	9 (Экз.)
Всего		180/5	30	10		20		102	24		2	22(Экз.)	Всего		180/5	6	2		4		139	24		2	9 (Экз.)

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование, учебного плана.
Программу разработала _____ С.С. Зинабадинова, канд. биол. наук, доцент кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Рассмотрено на заседании выпускающей кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ»
Протокол № 1 от 01.09.2021 г. Зав. кафедрой _____ Н.А. Сытник

© ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

Подписано простой электронной подписью
Ректор: Е. П. Масюткин
Дата: 11.01.2021

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

В результате освоения ОПОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)	Планируемые результаты освоения дисциплины	Указание раздела (-ов) дисциплины, где предусмотрено освоение компетенции
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. УК-1.2. Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения. УК-1.3. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.		***Знать:*** - модели экосистем и популяций, средства обработки и анализа данных с применением ПК; ***Уметь:*** - применять полученные знания на практике в системном анализе экологической ситуации; - работать самостоятельно со стандартным инструментарием пакетных программных средств анализа. ***Владеть:*** - навыками работы с компьютером как средством управления информацией; - методами оценки воздействия на окружающую среду; - методами прикладного системного анализа и моделирования экологических процессов и систем.	Разделы 1-2
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. УК-2.2. Способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. УК-2.3. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения. УК-2.4. Организует и координирует работу участников проекта, способствует		**Владеть:** - навыками разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. - способностью видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. **Уметь:** - формировать план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения; - организовывать и координировать работу участников проекта, способствовать конструктивному	Разделы 1-2

	конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами. УК-2.5. Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.		преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами; - представлять публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.	
ОПК-2. Способен использовать специальные и новые разделы экологии, геоэкологии и природопользования при решении научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Использует знания специальных и новых разделов экологии, геоэкологии и природопользования для решения задач экологической направленности		***Знать:*** - фундаментальные понятия системного анализа, его основные принципы и методы. ***Уметь:*** - анализировать информацию об параметрах, характеризующих экологическое состояние исследуемого региона; - использовать данные для обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды ***Владеть:*** - теоретическими знаниями и методами исследовательской работы при мониторинге влияния факторов среды на процессы жизнедеятельности живых организмов; - основными методами, способами и средствами обработки данных экологического мониторинга	Разделы 1-2
ОПК-6. Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной деятельности, в том числе научно-исследовательской	ОПК- 6.1. Представляет результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности в виде отчета по установленной форме. ОПК- 6.2. Представляет результаты работы в виде тезисов доклада, презентации на русском и/или иностранном языках в соответствии с нормами и правилами, принятыми в научном сообществе.		**Уметь:** - представлять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности в виде отчета по установленной форме; - представлять результаты работы в виде тезисов доклада, презентации на русском и/или иностранном языках в соответствии с нормами и правилами, принятыми в научном сообществе.	

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин бакалавриата. Знания и умения, полученные в результате изучения настоящей дисциплины необходимы при прохождении производственной преддипломной практики, написания выпускной квалификационной работы (ВКР), а также в дальнейшей самостоятельной научной и профессиональной деятельности выпускников.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов.

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

4.1 Структура дисциплины

Наименования разделов, тем	Общее количество часов	Очная форма									Заочная форма								
		Распределение часов по видам занятий									Распределение часов по видам занятий								
		Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	РГР	Консультации	Контроль	Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	Контрольная работа	Консультации	Контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Раздел 1. Системный анализ в экологии	36	4	2		2	32					3	1		2	33				
Раздел 2. Экологическое моделирование и прогнозирование	96	26	8		18	70					3	1		2	93				
Консультации	2								2									2	
Курсовой проект (работа)	24						24									24			
Контроль	22									22					13				9
Всего часов в семестре	**180**	**30**	**10**	**-**	**20**	**102**	**24**	**-**	**2**	**22**	**6**	**2**	**-**	**4**	**139**	**24**	**-**	**2**	**9**
Всего часов по дисциплине	**180**	**30**	**10**	**-**	**20**	**102**	**24**	**-**	**2**	**22**	**6**	**2**	**-**	**4**	**139**	**24**	**-**	**2**	**9**

4.2 Содержание лекций

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Системный анализ в экологии			
1	Основные понятия системного анализа. Системный анализ и его этапы. Обзор методов. Экспертные системы. Метод декомпозиции. Метод "мозговой атаки". Метод "Делъфи". Метод "дерева целей". Метод сценариев. Морфологический метод.	2	1
Раздел 2. Экологическое моделирование и прогнозирование			
2	Экосистема как объект математического моделирования. Семейства моделей. Словесные и математические модели.	2	
3	Детерминистские модели. Стохастические модели. Динамические модели. Матричные модели.	2	1
4	Классификация и особенности экологических математических моделей. Корреляционный и регрессионный анализ.	2	
5	Дискретные и непрерывные модели. Модель неограниченного роста популяции Мальтуса. Уравнение Ферхюльста. Модель трофического взаимодействия Лотки-Вольтерра. Колебания численности видов. Глобальные модели развития человечества	2	
Всего часов		**10**	**2**

4.3 Темы лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

4.4 Темы практических занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Системный анализ в экологии			
1	Классификация систем. Элементы системного анализа Методы системного анализа.	2	2
Раздел 2. Экологическое моделирование и прогнозирование			
2	Классификация и особенности экологических математических моделей. Корреляционный и регрессионный анализ.	2	1
3	Самоорганизующиеся системы в природе.	2	
4	Методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.	2	
5	Экосистема как объект математического моделирования. Семейства моделей. Словесные и математические модели.	2	
6	Кластерный анализ.	2	
7	Теория игр в экологическом моделировании.	2	
8	Моделирование роста организмов.	2	
9	Моделирование и прогнозирование временных рядов экологических показателей. Анализ и прогнозирование тренда и циклических изменений в оценке техногенного воздействия на экосистемы.	2	
10	Моделирование динамики популяций и экосистем. Модели изолированных популяций. Модели взаимодействия популяций	2	1
Всего часов		**20**	**4**

4.5 Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

5 Самостоятельная работа обучающихся

Раздел	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Содержание работы
	очная	заочная	
Раздел 1. Системный анализ в экологии	32	49	Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Определение системы. Понятие структуры. Виды структур системы. Понятие обратной связи. Виды систем.
Раздел 2. Экологическое моделирование и прогнозирование	70	90	Подготовка к лекционным и практическим занятиям. Оптимизационные модели. Компьютерное моделирование для оценки воздействия потенциальных источников опасности на экосистемы.
Контроль		13	Подготовка к экзамену
Всего часов	**102**	**139**	

6 Тематика курсового проектирования (курсовой работы)

Курсовая работа по дисциплине «Системный анализ и моделирование экосистем» должна закрепить знания, полученные в ходе теоретической подготовки согласно учебному плану и помочь студентам научиться самостоятельно осваивать научный материал, выполнять необходимый анализ, расчеты, обобщения и делать выводы. Для написания курсовой работы выделяется 24 часа работы студента.

Курсовая работа носит реферативно-расчетный характер, основывается на изучении и переработке литературных источников, сборе исходных количественных и качественных данных, обработке их изучаемыми в данном курсе методами. В отдельных работах предусматриваются использование и обобщение собственных исследований, проведенных во

время лабораторных работ.

Работа проводится под руководством научного руководителя курсовой работы. В обязанности руководителя входит выбор совместно со студентом темы курсовой работы, рекомендация необходимой литературы. По мере надобности проведение консультаций.

Структура курсовой работы включает титульный лист, оглавление, введение, основную часть, заключение, список литературы, если необходимо – приложение. Объем курсовой должен быть 25-30 страниц стандартного размера (формат А4).

Рекомендованные темы не являются строго обязательными. По желанию студентов при согласовании с научным руководителем могут быть сформулированы и другие темы, соответствующие программе «Системный анализ и моделирование экосистем».

Ориентировочные темы курсовых работ по курсу «Системный анализ и моделирование экосистем»:

1. Экспертные оценки при моделировании и прогнозировании состояния экосистем.
2. Использование геопространственного анализа при прогнозировании эколого-экономического развития.
3. Использование метода Монте-Карло в моделировании.
4. Анализ и прогнозирование уровней загрязнения атмосферного воздуха в городе.
5. Модели общей циркуляции атмосферы.
6. Моделирование динамики популяции.
7. Эволюционные алгоритмы при математическом моделировании морских экосистем.
8. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнений грунтов и растительной среды.
9. Теория игр.
10. Биологическая эволюция и теория игр.
11. Моделирование самоорганизующихся систем в природе.
12. Методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.
13. Прогнозирование экологических процессов.
14. Модели, предназначенные для оценки будущих изменений климата.
15. Моделирование гидроэкологических процессов и функционирования водных экосистем.
16. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнений атмосферы.
17. Имитационное математическое моделирование и проблемы гидроэкологического мониторинга.
18. Методы оптимизации в экологических моделях.
19. Самоорганизующиеся системы в природе.
20. Моделирования экологических процессов с использованием теории хаоса.
21. Моделирования экологических процессов с использованием нечетких множеств.
22. Моделирование цепных реакций. Теория графов.
23. Компьютерное моделирование в экологии.
24. Метод компьютерного моделирования межвидового взаимодействия.
25. Моделирование и прогнозирование состояния водного объекта в результате антропогенного воздействия.
26. Моделирование экологических процессов и систем окружающей среды при помощи прикладного программного обеспечения.
27. Моделирование состояния загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в г. Керчь.
28. Прогнозирование экологического состояния региона на основе многофакторной линейной модели.
29. Применение нейронных сетей для анализа и прогноза состояния экосистем.

7 Методы обучения

Основными формами изучения дисциплины являются: чтение лекций, проведение практических занятий, самостоятельная работа студентов. Основным способом изучения дисциплины являются лекции, которые проводятся в лекционных аудиториях с использованием мультимедийного оборудования. Теоретические положения лекционного материала рассматриваются на конкретных примерах с привязкой к будущей профессии.

Практические занятия ориентированы на закрепление полученных теоретических знаний. Во время практических занятий студенты имеют возможность изучить дополнительный материал за счет проведения занятий в специализированных аудиториях с большим количеством плакатов, лабораторного оборудования и макетов по темам дисциплины. Практические работы ориентированы на закрепление теоретических знаний и получение необходимых практических навыков. Часть практических занятий проводятся в виде группового обсуждения материала, что дает возможность обсудить основные положения темы путем коллективного решения задач.

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к лекционным и практическим занятиям путем повторения пройденного материала, а также самостоятельного изучения отдельных тем, указанных в настоящей рабочей программе. Преподавателем оценивается самостоятельная работа по изучению теоретического материала. Цель самостоятельной работы заключается в проверке преподавателем умения студентов подбирать, обобщать, анализировать теоретический материалы, увязывать их с практическим материалом темы и на основе этого делать выводы.

8 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приведен в обязательном приложении к рабочей программе.

9 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Наименование	Количество экземпляров в библиотеке ФГБОУ ВО «КГМТУ»
1. Спиридонова Е.О. Системный анализ и моделирование экосистем : конспект лекций для студентов направления подгот. 05.03.06 «Экология и природопользование» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Е.О. Спиридонова ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. математики, физики и информатики. — Керчь, 2017. — 130 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=2262	
2. Спиридонова Е.О. Системный анализ и моделирование экосистем : практикум для студентов направления подгот. 05.03.06 Экология и природопользование оч. и заоч. форм обучения / сост.: Е.О. Спиридонова ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. экологии моря. — Керчь, 2020. — 35 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=6100	
3. Подлипенская Л.Е. Системный анализ и моделирование экосистем : метод. указ. по выполнению контрол. работы для студентов направления подгот. 05.03.06 «Экология и природопользование» заоч. формы обучения / сост. Подлипенская Л.Е. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. экологии моря. — Керчь, 2016. — 26 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=1080	

10 Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ»	http://lib.kgmtu.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации	http://pravo.gov.ru/
Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://www.consultant.ru/
Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»	http://window.edu.ru/
База данных Научной электронной библиотеки	http://elibrary.ru/

11 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование программного продукта	Назначение (базы и банки данных, тестирующие программы, практикум, деловые игры и т.д.)	Тип продукта (полная лицензионная версия, учебная версия, демоверсия и т.п.)
Операционная система (Microsoft Windows 10 Pro или Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level)	Комплекс системных и управляющих программ	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет (Microsoft Office Pro Plus 2016 или Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN 1 License No Level)	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет LibreOffice	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Свободно-распространяемое программное обеспечение

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях, снабженных мультимедийным оборудование или экраном для наглядной демонстрации лекционного материала.

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях для практических занятий, снабженной лабораторным оборудованием, наглядными плакатами и макетами по темам дисциплины.

Самостоятельную работу студенты проводят в читальном зале библиотеки ФГБОУ ВО «КГМТУ», аудиториях кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ» или дома с использованием литературы.

13 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний. Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных информационных источников. В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются

необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям, экзамену.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой литературой, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы, и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

Рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий (рефератов, оформление отчетов по практическим заданиям, и т.д.).