

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЭиГ института

  
подпись Р.А.Шарафутдинов  
инициалы, фамилия

« 20 » 05 2022 г.

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И

ГЕОГРАФИИ

институт, реализующий программу аспирантуры

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина 2.1.5 (ф) Системная экология

(наименование)

Группа научных специальностей 1.5 Биологические науки

(шифр и наименование)

Научная специальность 1.5.15 – Экология

(шифр и наименование)

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями

Группа научных специальностей / научная специальность

1.5 Биологические науки / 1.5.15 Экология  
шифр и наименование

Программу составили Тарасова О.В., Суховольский В.Г.

фамилия, инициалы, подпись

О.В. Тарасова В.Г. Суховольский

фамилия, инициалы, подпись

Заведующий кафедрой (разработчик) Безкоровайная И.Н.

фамилия, инициалы, подпись

И.Н. Безкоровайная

« 19 » 05 2022 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающая) экологии и природопользования « 19 » 05 2022 г. протокол № 13

Заведующий кафедрой (выпускающей) Безкоровайная И.Н.

фамилия, инициалы, подпись

И.Н. Безкоровайная

Дополнения и изменения в учебной программе на 20 \_\_/20\_\_ учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения: \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры экологии и природопользования « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой Безкоровайная И.Н.

Внесенные изменения утверждаю:

Директор ЭИГ института Шарафутдинов Р.А.

фамилия, инициалы, подпись

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цель преподавания дисциплины.

Системная экология – раздел экологии, посвященный изучению экосистемы в целом, взаимодействия сообществ с абиотической средой обитания и закономерности превращений вещества и энергии в процессах биотического круговорота, оценке устойчивости экосистем, рисков критических событий и трансформации экосистем.

При этом проблема описания и моделирования экосистем в целом во многом связана с высокой связностью и большой размерностью экосистем, включающих в себя множество видов и большое число нелинейных взаимодействий. Между компонентами экосистем существует сильная взаимозависимость – и временная (переменные А и В зависят от своих прошлых трансформаций), и горизонтальная (переменные А и В зависят друг от друга), и диагональная (переменная А зависит от прошлого переменной В). Эта взаимозависимость опутывает все механизмы системы скрепляющими петлями обратной связи. Изучить в эксперименте такие связи или построить детальную модель такой системы крайне трудно, возможности современной математики в решении таких задач ограничены и компьютерное моделирование не всегда помогает.

В связи с этим целью настоящего курса является формирование у аспирантов знания принципов описания экологических систем, прогнозирования экосистемной динамики и критических явлений в таких системах.

## 1.2 Задачи изучения дисциплины.

Задача изучения дисциплины – дать представление обучающимся о базовых принципах обработки экологических данных и типах математических моделей, применяемых при анализе экологических систем и решении задач природопользования.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры.

В результате изучения дисциплины у студентов формируются компетенции и по итогам изучения дисциплины, обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты:

*Знать:*

- принципы описания сложных экосистем;
- базовые модели и методы прогнозирования экосистемной динамики.

*Уметь* анализировать критические явления в экологических системах.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина 2.1.5 (ф) «Системная экология» относится к Образовательному компоненту 2, дисциплины (модули) 2.1, факультативные дисциплины.

1.5 Особенности реализации дисциплины.

Дисциплина реализуется с применением ЭО и ДОТ электронного курса (<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=16597>).

Дисциплина 2.1.5 (ф) «Системная экология» реализуется на русском языке.

## 2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр			
		7			
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	2(72)	2(72)			
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	0,66(24)	0,66(24)			
занятия лекционного типа	0,33(12)	0,33(12)			
занятия семинарского типа	0,33(12)	0,33(12)			
в том числе: семинары практические занятия	0,33(12)	0,33(12)			
другие виды контактной работы					
<b>Самостоятельная работа аспирантов:</b>	1,34(48)	1,34(48)			
изучение теоретического курса (ТО)	1,34(48)	1,34(48)			
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	зачет	зачет			

## 3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий).

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа (Семинары и/или Практические занятия (акад. час))	Самостоятельная работа, (акад. час),
1	2	3	4	5
1	Модуль 1-основные характеристики сложных систем и методы их описания.	12	12	48

В таблице указываются наименования модулей (тем, разделов) В столбцах,

обозначающих предусматриваемые виды занятий, проставляется количество часов.

### 3.2 Занятия лекционного типа.

Указывается название модулей, тем (разделов) лекционных занятий дисциплины, их содержание и объем.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах	
			всего	в том числе в инновационной форме
1	Модуль (раздел) 1- основные характеристики сложных систем и методы их описания.	Экосистема в целом как объект исследований. Проблема описания сложной системы. Возможности использования в экологии общего подхода к описанию сложных (физических и экономических) систем	2	Проблемная лекция
2		Методы описания и моделирования экосистем: кинетический и оптимизационный, энергетический и популяционный подходы: возможности,	2	Лекция-информация с элементами визуализации
3		Конкуренция и распределение ресурсов в экосистеме: оптимизационные модели	2	Лекция-информация с элементами визуализации
4		Энергетика сообществ и экосистем. Экологические цены потребления ресурсов особями в экосистемах.	2	Проблемная лекция
5		Критические явления в экосистемах. Экологические фазовые переходы.	2	Проблемная лекция
6		Влияние модифицирующих факторов на взаимодействие в экосистемах.	2	Лекция-информация с элементами визуализации

3.3 Занятия семинарского типа (названия тем – одинаковое, содержание – авторское).

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий <sup>1</sup>	Объем в акад. часах	
			всего	в том числе в инновационной форме

1	Модуль (раздел) 1- основные характеристики сложных систем и методы их	Статус уравнений экосистемной динамики.	2	анализ конкретных ситуаций
2		Взаимодействия в экосистемах и сопряженная динамика компонентов экосистемы. Классификации типов взаимодействий популяций в экосистемах.	2	анализ конкретных ситуаций
3		Популяционная динамика взаимодействующих популяций – компонентов экосистем. Инвазия и выпадение видов из экосистемы.	2	групповое обсуждение
4		Устойчивость и биоразнообразие сообществ и экосистем. Эволюционная динамика и принципы сложения экосистем.	2	анализ конкретных ситуаций
5		Интегральные характеристики экосистем. Понятие устойчивости популяции, сообщества и экосистемы. Индексы видового разнообразия, связь индексов видового разнообразия с показателями устойчивости экосистемы	2	анализ конкретных ситуаций
6		Критические явления в экосистемах как фазовые переходы, динамика численности популяций с учетом взаимодействий в сообществе.	2	групповое обсуждение

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю)

1. Системная экология : учеб.-метод. пособие [для практич. и самостоят. работ для студентов программы подгот. 022000.68.02 "Общая экология"]/Сиб. федерал. ун-т ; сост. В. Г. Суховольский. – 2013. – 16с. – *Режим доступа:* <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-118732.pdf>
2. ЭОР «Системная экология» - Режим доступа: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=16597>
3. Экология : учеб. пособие / О. В. Тарасова, И. Н. Безкоровайная, Е. С. Стравинскене [и др.]. – Электрон. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019 – 286с. – *Режим доступа:* <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/110004>
4. Современные методы оценки рисков в экологии [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для практ. занятий и самостоят. работы для студентов спец. 020800.68 «Экология и природопользование» / Сиб.

федерал. ун-т ; сост. В. Г. Суховольский.- Красноярск : СФУ, 2012

*Режим доступа:* <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-009993.pdf>

5. Камышова Г.Н. Системный анализ и математическое моделирование в агроэкологии (интерактивный курс). Учебно-практическое пособие / Г.Н.Камышова, Н.Н.Терехова. – Саратов, 2012. – 116 с. - - *Режим доступа:* <https://studylib.ru/doc/4153054/sistemnyj-analiz-i-mat.-modelirovanie-v-agroe-kologii>.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### Основная литература:

Суховольский В.Г. Системная экология: учебное пособие / В.Г.Суховольский, О.В.Тарасова. – Красноярск: СФУ, 2020. – 128с. – *Режим доступа:* <https://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/138320>

Гальперин, М. В. Общая экология [Текст] : Учебник / М. В. Гальперин.- Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 336 с.*Режим доступа:*<http://new.znaniium.com/catalog/document/?pid=612329&id=46612>

Николайкин, Н. И. Экология [Текст] : Учебник / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 615 с. *Режим доступа:*<http://new.znaniium.com/catalog/document/?pid=1008981&id=337153>

Никифоров, Л. Л. Экология [Текст] : учебное пособие / Л. Л. Никифоров.- Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 204 с. *Режим доступа:*<http://new.znaniium.com/catalog/document/?pid=1009726&id=337059>

#### Дополнительная литература:

1. Базыкин, А. Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций: монография / А. Д. Базыкин ; отв. ред. А. М. Молчанов. – М.: Наука, 1985. – 181с.
2. Базыкин, А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций /А.Д. Базыкин - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 368 с.
3. Бокс, Дж. Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж.Бокс, Г.Дженкинс. – М.: Мир, 1974. - Кн. 1. — 406 с. — Кн. 2.— 197 с.
4. Джефферс, Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии / Дж. Джефферс. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
5. Дылис, Н.В. Программа и методика биогеоэкологических исследований / Н.В. Дылис. – М.: Наука, 1974. – 404с.;
6. Биосфера 2 (США) Режим доступа: <http://biosphere2.org/>
7. Исаев, А.С. Популяционная динамика лесных насекомых / А.С.Исаев, Р.Г.Хлебопрос, Л.В.Недорезов, Ю.П.Кондаков, В.В.Киселев, В.Г.Суховольский. – М.: Наука, 2001. – 374 с.
8. Исаев, А.С. Метамоделльные подходы к описанию критических явлений в лесных экосистемах /А.С.Исаев, В.Г.Суховольский, Р.Г.Хлебопрос // Лесоведение, 2010, №2, С. 3-13.
9. Исаев А.С., Пальникова Е.Н., Суховольский В.Г., Тарасова О.В. Динамика численности лесных насекомых-филлофагов: модели и прогнозы / А.С. Исаев, Е.Н. Пальникова, В.Г. Суховольский, О.В. Тарасова. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 262с.

10. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях /Ю.А.Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
11. Ризниченко, Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии /Г.Ю.Ризниченко. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 184с.
12. Розенберг, Г. С. Общая и прикладная экология: Учебное пособие / Г. С. Розенберг [и др.]; Самар. гос. эконом. ун-т, Рос. акад. наук, Ин-т экологии Волж. бассейна. - Самара; Тольятти : СГЭУ, 2016. - 450 с.
13. Розенберг, Г.С. Введение в теоретическую экологию: в 2-х т. / Г. С. Розенберг; Ин-т экологии Волж. бассейна. - 2-е изд., испр. и доп. – Тольятти: Кассандра, 2013. – Т.1 – 565с.
14. Шитиков, В.К. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения /В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг // Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти А.И.Баканова). – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. - С.91 – 129.
15. Шредер, М. Фракталы, хаос, степенные законы/ М. Шредер. - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 528 с.
16. ЭКОИНФОРМ - обзор проблем окружающей среды и методов их решения, экологические новости России и мира, список заповедных территорий, словарь терминов и др. экологическая информация. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoinform.ru/>

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Антиплагиат. ВУЗ <http://sfukras.antiplagiat.ru>; База данных научного цитирования Web of Science (WoS) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://isiknowledge.com>;

База данных научного цитирования Scopus [Электронный ресурс] – Режим доступа :<http://www.scopus.com> Научная электронная библиотека elibrary.ru – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> ;

Госкомстат – Режим доступа: <http://www.gks.ru/wps/portal> ;

Центр экологической политики России – Режим доступа: <http://www.ecopolicy.ru> ;

Информационно-аналитический сайт о природе России и экологии Режим доступа: <http://biodat.ru> – BioDat ;

Министерство природных ресурсов и экологии РФ – Режим доступа: [www.mnr.gov.ru](http://www.mnr.gov.ru) ;

Научометрическая база данных РИНЦ (модуль ScienceIndex/организация) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru>;

Природа России – Режим доступа: [www.priroda.ru](http://www.priroda.ru) ;

Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru/>;

Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook>;

## **7. Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины (модуля)**

Общий объем курса составляет 72 час.(2 ЗЕ), из них 12 час. - лекции, 12 час. – практические занятия, 48 час. - самостоятельная работа аспирантов.

Изучение дисциплины базируется как на традиционном изложении фундаментальных основ дисциплины, так и на применении интерактивных методов обучения:

- в виде лекций, которые проводятся в форме: лекция-информация с элементами визуализации (на основе применения информационных технологий), проблемная лекция. Лекции нацелены на освещение наиболее трудных для понимания вопросов. Для эффективности усвоения трудных разделов курса лектор может построить подачу теоретического материала в виде постановки проблемы и последующего нахождения эвристическим путем ее решения, при этом зачастую актуализируя прежние знания студентов (возможно в форме активного диалога или блиц-опроса). В связи с этим студенты должны предварительно готовиться к восприятию нового лекционного материала, проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой;

- семинарских занятий. Для решения учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы:

- Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ),
- групповое обсуждение.

Обязательной является самостоятельная работа студентов над отдельными разделами курса с углубленным рассмотрением ряда вопросов. Для осуществления взаимосвязи аудиторной и внеаудиторной видов работы самостоятельная работа студентов организуется преподавателем с помощью календарного плана лекций и практических занятий, в котором содержится информация о формах и графике самостоятельной работы студента.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья представляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Комплект офисных приложений MS OFFICE
2. Средства просмотра Web – страниц

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем  
Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются аудитории с наборами демонстрационного оборудования, обеспечивающими тематические иллюстрации и презентации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.