

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Биологического института

  
Д.С. Воробьев

« 27 » 12 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Информационные системы и обработка данных в ботанике**

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная и прикладная биология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.06

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП

  
Д.С. Воробьев

Председатель УМК

  
А.Л. Борисенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 – Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок;

ПК-1 – Способен обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.1 – Описывает разнообразие, пути и перспективы применения компьютерных технологий в современной биологии;

ИОПК-6.2 – Использует компьютерные технологии и профессиональные базы данных при планировании профессиональной деятельности, обосновывает их выбор;

ИПК-1.2 – Осуществляет поиск, анализ и обобщение научной и научно-технической информации при решении конкретных исследовательских задач.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоение аппарата концепций, понятий, терминов, определяющих современное состояние и направления развития информационных технологий с учетом особенностей ботанических объектов;

– Получение систематизированных знаний о многообразии методов и приемов обработки ботанических данных и представления результатов с использованием компьютерных технологий. Методы, реализованные в программном обеспечении, позволяют значительно повысить эффективность научных исследований в различных разделах ботанической науки – флористике, систематике, фитоценологии, экологии растений.

– Умение применять понятийный аппарат современных методов и практических приемов обработки ботанических данных и представления результатов с использованием компьютерных технологий и технологии реляционных баз данных для решения практических задач профессиональной деятельности.

– Использование принципов доказательности в ботанических исследованиях и объективизации содержательных выводов на основе обработки и статистического анализа данных.

– Получение навыков самостоятельной научной деятельности, связанной с выполнением законченного исследования в предметном поле современной ботаники.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 1, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины необходимо иметь достаточные знания в области математики, информатики и математических методов в биологии на уровне, соответствующем программам бакалавриата. Для реализации предметно-ориентированной части дисциплины необходимым условием является успешное прохождение курсов ботанического цикла.

## 6. Язык реализации

Русский

## 7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– практические занятия: 18 ч.;

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. *Введение в предмет. Характеристика предметной области. Типы данных. Модели баз данных. Структура базы данных на основе реляционной модели. Информационная избыточность. Ограничения информационной целостности данных. Системы управления базами данных. Информационные системы и банки данных. Информационные системы в ботанических исследованиях.*

1. Ключевые моменты истории информатизации наук ботанического цикла.
2. Основные типы данных, применяемые для характеристики растительного покрова.
3. Базы данных и типы моделей, используемые при построении баз данных.
4. Типы атрибутов, используемых при описании растительного покрова, принципы их формализации.
5. Шкалы для регистрации количественного участия популяций таксонов при описании растительных сообществ.
6. Базы данных, информационные системы, банки данных: общие свойства и отличия
7. Принципы создания и ведения компьютерных таксономических библиотек.
8. Типы пользовательского интерфейса ботанических информационных систем.
9. Общая характеристика программ специализированной ботанической статистики.
10. Общая характеристика универсальных ботанических информационных систем.
11. Возможности тандема программ TurboVeg и Juice для обработки геоботанических данных.
12. Принципы обмена данными о растительном покрове между ботаническими информационными системами

Тема 2. *Базы ботанических данных как центральное звено в обработке флористических, геоботанических и экологических данных. Реализация основных функциональных блоков информационных систем на примере интегрированной ботанической информационной системы IBIS. Таксономическая идентификация и решение вопросов таксономической сопоставимости. Комплексный характер ботанических данных, атрибуты для описания параметров растительного покрова. Иерархия данных и принципы рациональной группировки описаний растительности. Типы шкал обилия и проективного покрытия. Базовые приемы работы со сводными таблицами. Ординация описаний в таблицах.*

1. Краткая функциональная характеристика интегрированной ботанической системы IBIS.
2. Пути решения проблемы информационной неопределенности в ботанических данных.
3. В чем выражается интегрированность ботанических информационных систем.
4. Таксономическая идентификация и решение вопросов таксономической сопоставимости.
5. В чем проявляется комплексный характер ботанических данных.
6. Типы и структуры данных в системе IBIS.

7. Иерархия данных и принципы рациональной группировки описаний растительности.
8. Атрибуты, используемые для описания растительности в системе IBIS.
9. Типы шкал обилия и проективного покрытия, их преобразование.
10. Принципы управления эталонной библиотекой таксонов и библиотекой синонимов
11. Для чего необходимы дополнительные цифровые поля.
12. Возможные стратегии поиска и селекции описаний по параметрам дескриптора и списка таксонов.
13. Вариант преобразования первичных данных: слияние списков. Атрибуты сводных описаний.
14. Вариант преобразования первичных данных: создание сводных таблиц. Особенности табличного представления данных.
15. Базовые приемы работы со сводными таблицами.
16. Ординация описаний в таблицах. Использование для ординации синэкологических характеристик.
17. Возможности системы IBIS по обмену первичными и вторичными данными с другими программами.
18. Основные форматы для представления ботанических данных и их конвертирование.
19. Особенности функционирования системы IBIS в режиме коллективного пользования.
20. Реализация защиты данных в системе IBIS.

*Тема 3. Основы сравнительно-флористического исследования. Основные параметры флор, использующиеся при классическом таксономическом анализе. Показатели оригинальности (автономности) флор. Ботанические информационные системы как инструмент классификации растительности. Бинарные и количественные меры сходства и различия таксономических списков. Основные формы визуализации результатов сравнительного анализа флор.*

1. Основные параметры флор, использующиеся при классическом таксономическом анализе.
2. Информационные индексы сложности флор (комплексности таксономической структуры).
3. Показатели оригинальности (автономности) флор – индексы автохтонности–аллохтонности.
4. Основные типы бинарных индексов общности, их различия и требования к организации данных.
5. Способы симметризации мер включения таксономических списков друг в друга.
6. Использование весовых характеристик таксонов при расчете индексов общности.
7. Что дает учет относительной информативности таксонов при анализе флористических данных.
8. Концепция фактор-множеств применительно к флористическим данным. Что такое классы эквивалентности. Типы фактор-множеств.
9. Общие и отличительные черты таксономических, типологических и градиентных спектры.
10. Критерии адекватности классификаций и типологий.
11. Использование методов ранговой корреляции в сравнительной флористике.
12. Преимущества взвешивания классов эквивалентности обилием и встречаемостью таксонов при получении таксономических и типологических спектров.
13. Алгоритм иерархического агломеративного кластерного анализа.
14. Отличия методов неиерархического кластерного анализа.
15. Сущность метода максимального корреляционного пути Выханду

16. Перспективы флорогенетического анализа с использованием аппарата логического моделирования филогенеза.
17. Основные формы визуализации результатов сравнительного анализа флор.
18. Анализ сопряженностей в распределении флористических данных.

Тема 4. *Основы фитоиндикационных исследований. Классификация экологических факторов и их взаимодействие. Экологические шкалы и их типы. Численные характеристики растительного покрова, используемые при фитоиндикации. Реализация экологического счета в ботанических информационных системах. Составные экологические профили. Экологические паспорта. Понятие об экологическом консенсусе, способы вычисления и примеры использования этого показателя.*

1. Базовые постулаты фитоиндикации и закономерности влияния экологических факторов.
2. Классификация экологических факторов и их взаимодействие.
3. Понятие о, объектах и субъектах фитоиндикации.
4. Каковы принципы и преимущества фитоиндикации режимов абиотических факторов по сравнению с прямыми измерениями.
5. Численные характеристики растительного покрова, используемые при фитоиндикации.
6. Свойства фитоиндикационных (экологических) шкал как представителей класса градиентных шкал.
7. Характеристика трех основных типов фитоиндикационных шкал.
8. Развитие метода стандартных экологических шкал Л.Г. Раменского и его применение в отечественной ботанике.
9. Характеристика наиболее востребованных в России и на Западе фитоиндикационных шкал: набор факторов, тип шкалы и количество градаций, модельная территория.
10. Зачем нужны классификации на основе фитоиндикационных шкал.
11. Различие аутоэкологического и синэкологического статусов.
12. Экологические амплитуды и концепция эврибионтности–стенобионтности.
13. Способы вычисления фитоиндикационных статусов, реализованные в программе IBIS.
14. Понятие об экологическом консенсусе, способы вычисления и примеры использования этого показателя.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, опросов по лекционному материалу, проверке выполнения домашних тестовых заданий, рефератам студентов (по необходимости) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Успешность выполнения практических занятий в компьютерном классе по обработке наборов данных (учебные примеры) контролируется магистрантами самостоятельно на основе проверки результатов своих действий в программном обеспечении на индивидуальных рабочих местах по параллельной демонстрации правильных действий преподавателем на мультимедийном экране. При необходимости выхода из затруднительных ситуаций и исправления ошибок, корректирующие действия выполняется в интерактивном режиме.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в первом семестре проводится в виде индивидуального теста.

Тест предназначен для демонстрации основных практических навыков по работе в освоённом программном обеспечении для ведения ботанических баз данных и их обработки и состоит из трех частей.

Каждая часть при необходимости уточнить качество знаний и уровень владения методами анализа сопровождается дополнительными вопросами теоретического характера, ответы на которые требуют освоения лекционного материала и самостоятельной работы с учебными пособиями в течении семестра.

Время на выполнение теста 60–70 минут. Результаты зачета определяются оценками «зачтено»/«не зачтено». Зачет проводится на зачетной неделе по расписанию.

Итоговая оценка промежуточной аттестации «зачтено» выставляется по совокупности оценки «зачтено» на тесте и результатов посещаемости: при необходимости каждые два пропущенных занятия должны компенсироваться написанием оформленного по ГОСТУ реферата по пропущенному материалу.

### **Пример типового тестового задания:**

#### *Часть 1.*

1. Рассказать о различиях шкал для регистрации количественного участия популяций таксонов при описании растительного растительных сообществ. Объяснить принципы количественной аппроксимации баллов шкал обилия-покрытия процентами проективного покрытия.
2. Дано: заполненный полевой бланк тестового растительного сообщества: Сфагново (*Sphagnum angustifolium*)-кустарничковый рослый рям. В информационной системе IBIS создать новый том описаний, новую группу и ввести геоботаническое описание.
3. Построить родо-видовой таксономический спектр тестового геоботанического описания.

#### *Часть 2.*

4. Рассказать о различии аутоэкологического и синэкологического фитоиндикационных статусов таксонов и способах их выявления.
5. Рассчитать средние фитоиндикационные статусы тестового описания растительности по всем зарегистрированным в системе экологическим шкалам и создать экологический паспорт местообитания.
6. Построить экологический профиль тестового описания растительности.

#### *Часть 3.*

7. Рассказать об использовании таксономических фактор-множеств (спектров) при сравнительном анализе локальных флор.
8. Импортировать тестовый набор флористических данных (12 локальных флор, таежная зона, юг Томской области) из формата табличного процессора MS Excel в формат интегрированной ботанической информационной системы IBIS.
9. В модуле сравнительного анализа рассчитать матрицу сходства локальных флор (бинарный индекс Ochiai-Barkman-Otsuka (Cosine)). Экспортировать матрицу в программу StatSoft Statistica и построить дендрограмму сходства локальных флор, используя метод связывания WPGMA.

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=18900>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Материалы для практических занятий по дисциплине: учебные наборы данных

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

- Зверев А.А.* Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
- Булохов А.Д.* Фитоиндикация и ее практическое применение. Брянск: Изд-во БГУ, 2004. 245 с.
- Василевич В.И.* Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.
- Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И.* Информационные системы: учебное пособие для вузов. М.: Форум, 2014. 444 с.
- Шмидт В.М.* Математические методы в ботанике: Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.

### б) дополнительная литература:

- Андреев В.Л.* Классификационные построения в экологии и систематике. М., 1980. 142
- Гайдышев И.* Анализ и обработка данных: специальный справочник СПб: Питер, 2001. 752 с.
- Джонгман Р.Г.Г., Тер Браак С.Дж.Ф., Ван Тонгерен О.Ф.Р.* Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. М.: РАСХН, 1999. 306 с.
- Дюран Б., Оделл П.* Кластерный анализ. М., 1977. 128 с.
- Зайцев Г.Н.* Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.
- Жукова Л.А., Дорогова Ю.А. Турмухаметова Н.В. и др.* Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола, 2010. 350 с.
- Кендэлл М.* Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975. 214 с.
- Кокс Д., Снелл Э.* Прикладная статистика. Принципы и примеры. Пер. с англ. М.: Мир, 1984. 200 с.
- Компьютерная биометрика / Под ред. Носова В.Н. М.: Изд-во МГУ, 1990. 232 с.
- Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф.* Планирование эксперимента. Минск.: Изд-во БГУ, 1982. 302с.
- Мандель И.Д.* Кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1988. 176 с.
- Перишков В.И., Савинков В.М.* Толковый словарь по информатике. 2-е изд., доп. М.: Финансы и статистика, 1995. 544 с.
- Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А.* Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956, 472 с.
- Селедец В.П.* Метод экологических шкал в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России. Владивосток, 2000. 245 с.
- Селедец В.П., Пробатова Н.С.* Экологический ареал вида у растений. Владивосток: Дальнаука, 2007. 97 с.
- Цыганов Д.Н.* Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.
- Шмидт В.М.* Статистические методы в сравнительной флористике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. 176 с.
- Gauch, Hugh G., jr.* Multivariate analysis in community ecology. Cambridge, 1982. 298 pp.
- Kernshaw, Kenneth A.* Quantitative and Dynamic Plant Ecology. London, 1973. 308 pp.

### в) ресурсы сети Интернет:

- Сравнительный анализ в биологии [Электрон. ресурс]. URL: <http://biocomparison.ucoz.ru/>
- Biological Software (Software useful for biological studies) [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.bioexplorer.net/Software/>
- The International Plant Names Index [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.ipni.org/index.html>

Software for Biological Collection Management [Электрон. ресурс]. URL:

<http://www.bgbm.org/tdwg/acc/Software.htm>

Global Index of Vegetation-Plot Databases [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.givd.info/>

Internet Directory for Botany [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.ou.edu/cas/botany-micro/idb-alpha/botany.html>

Internet Directory for Botany: Software [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.bgbm.fu-berlin.de/idb/botsoft.html>

Информационные ресурсы на платформе БИН РАН [Электрон. ресурс]. URL:

<http://www.binran.ru/resursy/informatsionnyye-resursy/>

Биометрика: журнал для медиков и биологов, сторонников доказательной биомедицины [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.biometrica.tomsk.ru/>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, IBIS 7.1, BioStat 1.1, Synap 5.04 (DOS) и Synap 1.1 (Win), TurboVeg 3, Megatab 4.02, Juice 7.0, Decorana, Twinspan, WinTwins 2.3, NTSYS-pc 2.2, PAST 3.x (4.x), Flora Indicativa 1.0.6, StatSoft Statistica 10.0 (12.0), Semware QEdit Advanced 3.00, Punto Switcher 4.2 (2.9, 3.0);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа с мультимедийным оборудованием.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенные мультимедийным оборудованием, компьютерной техникой (настольные персональные компьютеры) и доступом в сеть Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам (компьютерные классы).

### 15. Информация о разработчике

Зверев Андрей Анатольевич, к.б.н., доцент, доц. кафедры ботаники ТГУ