

Давиденко Т.Н., Невский С.А., Давиденко О.Н.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ  
БОТАНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ (МОДУЛЬ ГЕОБОТАНИКА)**

**Обработка данных полевых исследований**

**для студентов направления подготовки 06.03.01 – Биология**

Саратов - 2016

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТУ-ПРАКТИКАНТУ**

#### **1. Методы обработки данных**

**1.1. *Статистическая обработка материала***

**1.2. *Визуализация данных***

### **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

**Приложение А**

**Приложение Б**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТУ-ПРАКТИКАНТУ

## 1. Методы обработки данных

### 1.1. Статистическая обработка материала

Для количественного материала, предусматривающего последующую обязательную статистическую обработку, необходимо соблюдать условие достаточности объема выборки. Существует несколько способов проверить достаточность объема выборки, все они подробно описаны в соответствующей литературе. Перед проведением статистической обработки обязательна проверка данных на характер распределения и подчинение закону нормального распределения, поскольку многие статистические тесты имеют ограничения по применению к выборкам с распределением, отклоняющимся от нормального. Основными, наиболее показательными и часто используемыми расчетными статистическими показателями являются средняя арифметическая, ошибка средней арифметической, стандартное отклонение, коэффициент вариации. Расчет этих показателей является достаточным для обобщенного представления собранных количественных данных, позволяет судить о характере данных, об адекватности составления выборки и отражения ею тенденций, наблюдаемых в генеральной совокупности. Следовательно, на основании этих расчетов можно говорить о достоверности полученных результатов и сформированных на их основе выводов.

Первичный анализ количественных данных (или описательная статистика) включает расчет средней арифметической, ошибки средней арифметической, коэффициента вариации признака и размаха. Коэффициент вариации позволяет судить о степени изменчивости признаков ( $CV$  до 15% – низкая изменчивость признака, 15-25% – средняя изменчивость, более 25% – высокая изменчивость признака). Чем больше изменчивость признака, тем больше должен быть объем выборки для адекватного отражения генеральной

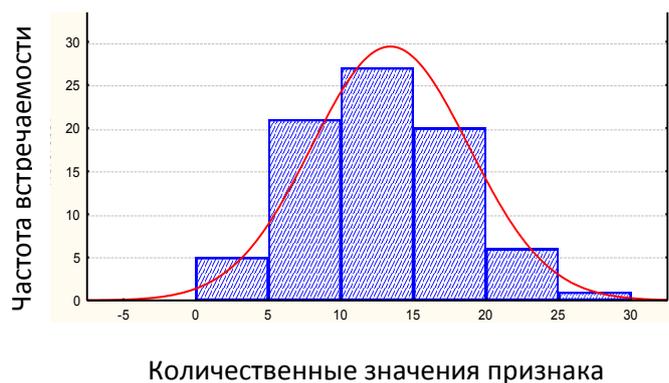
совокупности. Сопоставление коэффициентов вариации позволяет оценить разность в вариации двух различных признаков в одной выборке и разность в вариабельности одного и того же признака в двух выборках. Для сравнения используется t-критерий Стьюдента.

Таблица - Пример представления данных, обработанных методами описательной статистики

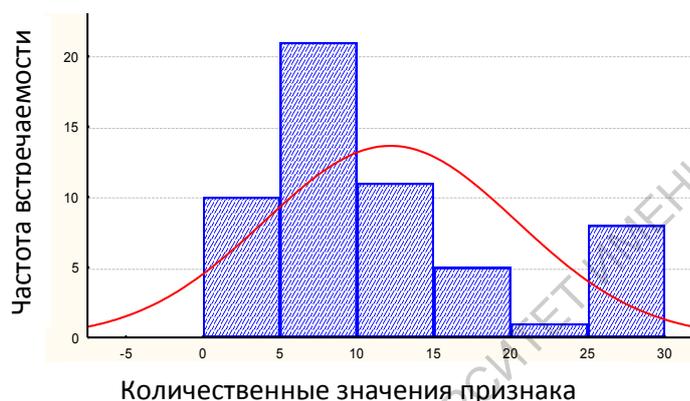
| Признаки  | $M \pm S_m$ | CV   | lim       |
|-----------|-------------|------|-----------|
| Признак 1 | 10.4±0.2    | 15.0 | 4.5-15.5  |
| Признак 2 | 23.8±1.4    | 24.8 | 16.7-32.1 |
| Признак 3 | 6.3±0.6     | 32.2 | 2.4-10.9  |

Примечание:  $M \pm S_m$  – средняя и ошибка средней, CV – коэффициент вариации, lim – размах

Проверка выборки на нормальность проводится визуально при помощи гистограммы (график, показывающий частоту попаданий значений переменной в определенные интервалы).



а



б

Рисунок – Характер распределения признака: а) подчиняется закону нормального распределения, б) не подчиняется закону нормального распределения

Эта процедура является обязательной перед дальнейшей обработкой данных. В случае, если массив данных не подчиняется нормальному распределению, необходимо увеличивать объем выборки.

На сравнительно небольших выборках нормальное распределение данных практически не встречается. Однако данные, распределение которых не слишком сильно отличается от нормального, при статистической обработке считают нормальным распределением.

Для сравнения двух и более выборок используют сравнение их средних величин. Если сравниваемые вариационные ряды обособлены друг от друга настолько, что наименьшее значение признака в одной из выборок превосходит наибольшее значение того же признака в другой выборке, принимают, что они существенно различны. Чаще сопоставляемые выборки по значению своих максимальных и минимальных вариант в той или иной

мере пересекаются. Наиболее широко используемыми в биологических исследованиях методами сравнения выборок являются метод нахождения наименьшей существенной разницы (НСР) и t-критерий Стьюдента. После вычисления фактической (эмпирической) величины критериев обращаются к таблице стандартных значений и проводят сравнения значений.

Анализ качественных признаков проводят, используя следующие принципы. Распределение по качественному признаку зачастую сводится к двум группам: варианты, являющиеся носителями признака, и варианты, не имеющие его. Такое качественное варьирование называется альтернативным, или биномиальным.

Для статистического анализа выборки при качественном варьировании необходимы следующие исходные показатели, позволяющие составить представление о генеральной совокупности:

$n$  – число анализируемых объектов (число наблюдений);

$a$  – число объектов, у которых та или иная альтернатива реализована;

$b$  – число объектов, у которых эта альтернатива не реализована.

В качестве важнейшей описательной статистики при биномиальном распределении выступает доля или вероятность, показывающая относительную частоту реализованной альтернативы. Степень надежности выборочной доли будет возрастать по мере увеличения числа наблюдений. Для корректной оценки параметров генеральной совокупности определяют статистическую ошибку выборочной доли.

Алгоритм оценки разности долей может быть различным, но его основой всегда служит t-критерий.

Если совокупность объектов изучается по нескольким качественным признакам, необходимо выяснить, в какой мере эти признаки являются независимыми друг от друга. Для этой цели используют  $\chi^2$  (хи-квадрат) критерий.

С целью определения сходства двух объектов по качественным признакам (например, по видовому составу) используют коэффициенты Жаккара и Чекановского. Предел их изменения от 0 до 1.

## ***1.2. Визуализация данных***

Под визуализацией данных понимается такой способ представления многомерного распределения данных на двумерной плоскости, при котором, по крайней мере, качественно отражены основные закономерности, присущие исходному распределению. В качестве основных применений методов визуализации можно назвать следующие:

- 1) наглядное представление большого набора геометрических данных;
- 2) лаконичное описание внутренних закономерностей, заключенных в наборе данных;
- 3) сжатие информации, заключенной в данных;
- 4) восстановление пробелов в данных;
- 5) решение задач прогноза и построения регрессионных зависимостей между признаками.

График – одно из наиболее эффективных средств представления данных. Правильно построенный график может служить мощным инструментом как для иллюстрации материала, так и для формирования предварительных гипотез и обоснования выводов.

При построении графического изображения следует соблюдать ряд требований. Прежде всего, график должен быть достаточно наглядным, так как весь смысл графического изображения как метода анализа в том и состоит, чтобы наглядно изобразить статистические показатели. Кроме того, график должен быть выразительным, доходчивым и понятным. Для выполнения вышеперечисленных требований каждый график должен включать ряд основных элементов: графический образ; поле графика; пространственные ориентиры; масштабные ориентиры; экспликацию графика.

Графический образ (основа графика) – это геометрические знаки, т. е. совокупность точек, линий, фигур, с помощью которых изображаются статистические показатели. Важно правильно выбрать графический образ, который должен соответствовать цели графика и способствовать наибольшей выразительности изображаемых статистических данных. Графическими являются лишь те образы, в которых свойства геометрических знаков – фигура, размер линий, расположение частей – имеют существенное значение для выражения содержания изображаемых статистических величин, причем каждому изменению выражаемого содержания соответствует изменение графического образа.

Поле графика – это часть плоскости, где расположены графические образы. Поле графика имеет определенные размеры, которые зависят от его назначения.

Пространственные ориентиры графика задаются в виде системы координатных сеток. Система координат необходима для размещения геометрических знаков в поле графика. Наиболее распространенной является система прямоугольных координат. Для построения статистических графиков используется обычно только первый и изредка первый и четвертый квадраты. В практике графического изображения применяются также полярные координаты. Они необходимы для наглядного изображения циклического движения во времени. В радиальных графиках лучи обозначают моменты времени, а окружности – величины изучаемого явления. На статистических картах пространственные ориентиры задаются контурной сеткой (контурные рек, береговая линия морей и океанов) и определяют те территории, к которым относятся статистические величины. Масштабные ориентиры статистического графика определяются масштабом и системой масштабных шкал. Масштаб статистического графика – это мера перевода числовой величины в графическую.

Масштабной шкалой называется линия, отдельные точки которой могут быть прочитаны как определенные числа. По правилам, числовое

значение необходимо помещать строго напротив соответствующих точек, а не между ними. Носитель шкалы может представлять собой как прямую, так и кривую линии. Поэтому различают шкалы прямолинейные (например, миллиметровая линейка) и криволинейные – дуговые и круговые (циферблат часов). Графические и числовые интервалы бывают равными и неравными.

Последний элемент графика – экспликация. Каждый график должен иметь словесное описание его содержания. Оно включает в себя название графика, которое в краткой форме передает его содержание; подписи вдоль масштабных шкал и пояснения к отдельным частям графика.

Несмотря на многообразие видов графических изображений, при их построении выполняются общие правила.

1. В соответствии с целью использования выбирается графический образ, т.е. вид графического изображения.
2. Определяется поле графика – то пространство, в котором размещаются геометрические знаки.
3. Задаются масштабные ориентиры с помощью масштабных шкал (равномерных или неравномерных).
4. Выбирается система координат, необходимая для размещения геометрических знаков в поле графика.

Особое внимание следует уделить правильности выбора того или иного способа визуализации данных.

*Точечные диаграммы рассеяния* строят, когда на графике необходимо сохранить информацию о каждом варианте анализируемой группы данных. В частности, по ним можно установить, существует ли между определенными признаками зависимость, или они не связаны друг с другом. Кроме того, точечные диаграммы позволяют быстро определить, перекрывается ли один и тот же признак у представителей разных выборок. Обычно, если отображаемые данные зависимы друг от друга, на таких диаграммах обозначают линию регрессии или тренд, отображающие направление связи между двумя группами данных. Информацию о силе обозначенной связи

несет коэффициент детерминации  $R^2$ . Дополнительно на графике могут выделяться цветом или обводкой отдельные группы анализируемых данных.

Для построения точечных диаграмм достаточно иметь информацию по значению двух признаков для группы объектов. В биологической практике такие диаграммы часто применяются для отображения изменения показателей видового богатства в разных сообществах. Кроме того, данный тип графиков применим для отображения положения отдельных фитоценозов в пространстве двух экологических факторов.

*Линейные графики* могут быть очень полезными для иллюстрации изменения какого-либо явления во времени, потому они широко применяются при изучении суточной, сезонной и вековой динамики численности организмов, для изучения процессов онтогенеза и т. п. В случае, если значения одной или нескольких переменных изменяются на порядок и более, график предпочтительнее строить в логарифмическом масштабе. В некоторых случаях графики подобного типа применяют для отображения изменения нескольких показателей в разных сообществах. И хотя в этом случае речь не идет об изменении какого-то признака во времени, именно линейные графики дают наглядную картину при большом наборе точек данных, имеющих отношение к нескольким показателям.

С помощью линейных графиков можно также изображать уровни эмпирической вероятности распространения сообществ или популяций в зависимости от значений факторов среды.

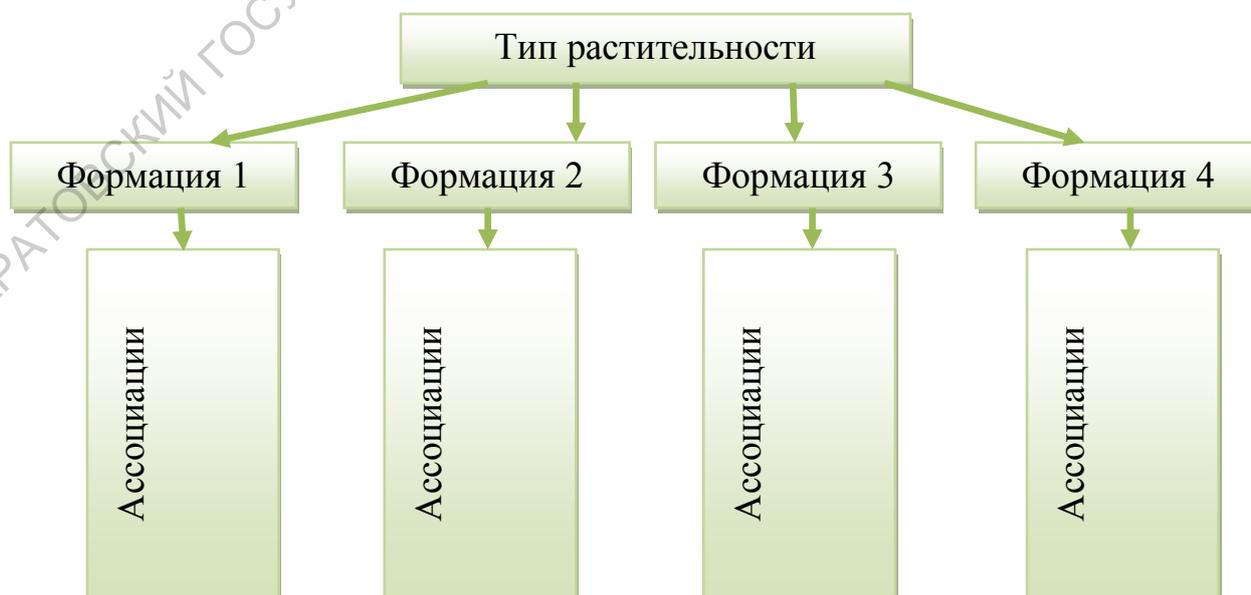
Для выявления соответствия частот полученного в ходе исследования выборки вариационного ряда нормальному распределению применяются *столбчатые гистограммы*. В ботанической и экологической практике графики подобного типа часто используются для отображения соотношения в сообществе видов разных жизненных форм или экологических групп. При этом, по оси абсцисс обозначают порядковые номера экологических групп или биоморф, а по оси ординат – долю от общего числа видов (в процентах), приходящуюся на каждую экологическую группу или биоморфу. Также

широко этот тип графиков применяется для отображения онтогенетического спектра ценопопуляций

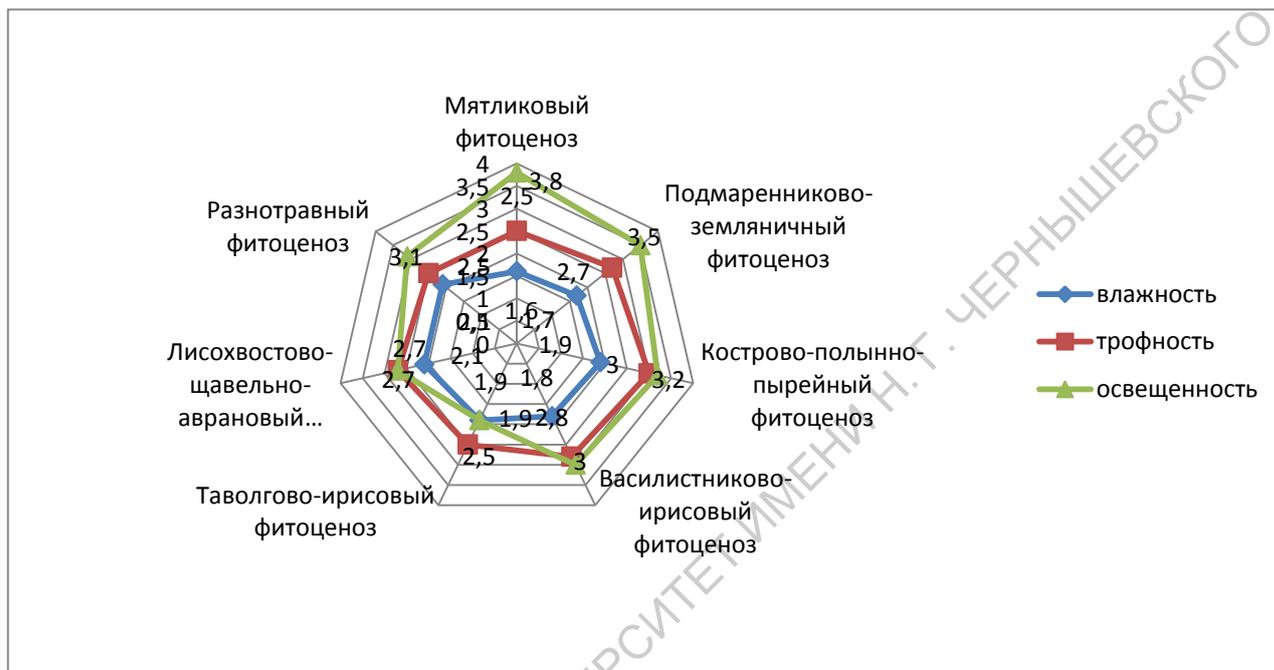
Для отображения данных, которые предполагают сравнение нескольких параметров (относящихся к одному целому) двух и более объектов, применяются *составные столбчатые диаграммы*. Например, при сравнении доли участия каких-либо видов в составе сообществ или сообществ в составе растительного покрова в разных условиях.

*Круговые секторные диаграммы* также служат для отображения доли участия компонентов в составе целого. Количество сегментов обычно выбирается таким, чтобы каждый сегмент был хорошо виден и подписан. Мелкие сегменты объединяются в один и называются «другие». Для отображения разницы в совокупности признаков в разное время или в разных местообитаниях используют составные круговые диаграммы. В ботанических и экологических исследованиях часто применяются в тех же случаях, что и столбчатые гистограммы.

*Формализованные структурные диаграммы* показывают состав и структуру системы или ее части в виде карточек, которые описаны с разной степенью детализации и связаны друг с другом как родительские и дочерние. Формализованные структурные диаграммы часто используются для отображения классификационных схем растительности, этапов сукцессионных смен сообществ и т.д.



*Пиктографики* служат для наглядного представления разницы между несколькими объектами, характеризующимися одинаковым набором параметров. Например, для характеристики местообитаний растений по ряду экологических параметров (влажность, освещенность, трофность и т.д.).



САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНА И.И. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Агроклиматический справочник по Саратовской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1958. 228с.

*Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989. №4. С. 51-57.

*Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989. №4. С. 51-57.

*Болдырев В.А., Пискунов В.В.* Полевые исследования морфологических признаков почв. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. 60 с.

Ботанико-экологический практикум: методы сбора и анализа данных [Электронный ресурс] / Т. Н. Давиденко [и др.]. Саратов: ИЦ «Наука», 2011. 61 с. - Б. ц. - [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/856.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/856.pdf)

*Воронов А.Г.* Геоботаника. М.: Высшая школа, 1973. 384 с.

*Давиденко Т. Н.* и др. Многомерные методы статистического анализа данных в экологии. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. 56 с.

*Джонгман Р. Г., Тер Браак С. Д.* Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. М.: Финансы и статистика, 1999. 306 с.

*Заугольнова Л.Б., Никитина С.В., Денисова Л.В.* Типы функционирования популяций редких растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1992. Т.97, вып.3. С. 80-85.

*Зитте П., Вайлер Э. В., Кадерайт Й. В., Брезински А., Кернер К.* Ботаника. Учебник для вузов: в 4 т. Т.4. Экология. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 256 с.

Красная книга Саратовской области. Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратовской области. Саратов.: 2006. 528с.

*Маевский П.Ф.* Флора средней полосы Европейской части СССР./ П.Ф. Маевский. Л.: Колос, 1964. 880 с.

*Матвеев Н.М.* Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. Самара: Изд-во СамГУ, 2006. 311 с.

*Мегарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.

Методы полевого изучения лекарственных растений. Саратов: Издательский центр «Наука», 2007. 24 с.

*Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.* Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М., 1989. 223 с.

Многомерные методы статистического анализа в экологии [Электронный ресурс] / Т. Н. Давиденко [и др.]. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2014. 57 с. Б. ц. - [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/857.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/857.pdf)

*Новикова Л. М., Карякин И. В.* Методическое руководство по сбору полевых данных, их вводу в базы данных, предварительной камеральной обработке и выводу материалов для отчетов и Летописей природы. Нижний Новгород, 2008. 116 с.

Полевая практика по экологической ботанике. Саратов: Изд-во СГУ, 1981. 99 с.

*Пузаченко Ю. Г.* Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Изд. центр «Академия», 2004. 416 с.

*Сердюцкая Л. Ф.* Многомерный подход к анализу модельных данных на примере водных объектов // Гидробиолог. журн. 2004. Т. 40. №2. С. 104-112.

Способы визуализации данных в ботанических и экологических исследованиях [Электронный ресурс] / О. Н. Давиденко [и др.]. Саратов : [б. и.], 2013. 40 с. Б. ц. - [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/855.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/855.pdf)

*Тарасов А.О.* Растительность, зоны, геоботанические районы// Вопр. биогеографии Среднего и Нижнего Поволжья. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 1968. С. 7–56.

*Тарасов А.О.* К вопросу о генезисе флоры и зональной растительности Южного Заволжья. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1971. 66 с.

*Тарасов А.О.* Руководство к изучению лесов Юго-востока европейской части СССР. – Саратов: Изд-во СГУ, 1981. – 100 с.

*Приложение А*

Министерство образования и науки Российской Федерации  
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

ОТЧЕТ  
ПО ЛЕТНЕЙ ПРАКТИКЕ  
Раздел Геоботаника

Выполнили студенты 2 курса:

---

Проверили:

Саратов

## СОДЕРЖАНИЕ

**ВВЕДЕНИЕ****1. Физико-географическая характеристика района практики**

1.1. Климат

1.2. Рельеф

1.3. Почвы

1.4. Растительность

**2. Материал и методы исследования****3. Результаты собственных исследований**

3.1. Классификационная схема изученной растительности

3.2. Характеристика луговой растительности

3.2.1. Осоково-костровый фитоценоз

3.2.2. Подмаренниково-ежевичный фитоценоз

3.2.3. Репешково-осоковый фитоценоз

3.3. Характеристика лесной растительности

3.3.1. Вязовник разнотравный

3.3.2. Дубрава ландышевая

3.3.3. Осокорник снытевый

3.4. Характеристика водной и прибрежно-водной растительности

3.4.1. Рдестовый фитоценоз

3.4.2. Тростниково-рогозовый фитоценоз

3.4.3. Роголистниково-урутиевый фитоценоз

3.5. Экологические ряды изученной растительности

**4. Редкие виды растений в составе изученных сообществ****СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ****ПРИЛОЖЕНИЯ (бланки геоботанических описаний)**