



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Иркутский государственный университет»**  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**  
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета  
Вологжина С.Ж.  
«22» апреля 2019 г.



**Рабочая программа дисциплины**

Индекс дисциплины по УП: **Б1.В.ДВ.1.2.**

Наименование дисциплины:

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ  
(РАСШИРЕННЫЙ КУРС)**

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

**05.06.01 Науки о Земле**

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры): **Геоэкология.**

Форма обучения: **очная, заочная**

Согласовано с УМК географического факультета

протокол № 3 от «17» апреля 2019 г.

Председатель

Вологжина С.Ж.

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования

протокол № 10 от «8» апреля 2019 г.

Зав. кафедрой

Аргучинцева А.В.

**Иркутск 2019 г.**

## Содержание

1.	Цели и задачи дисциплины	3
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	3
3.	Требования к результатам освоения дисциплины	3
4.	Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5.	Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1	Содержание разделов и тем дисциплины	
5.2.	Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	
5.3	Разделы и темы дисциплин и виды занятий	5
5.4	Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	5
6.	Примерная тематика рефератов, докладов, проектов (при наличии)	6
7.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	6
	а) основная литература;	
	б) дополнительная литература;	
	в) программное обеспечение;	
	г) интернет-ресурсы, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	7
9.	Образовательные технологии	8
10	Оценочные средства (ОС)	8
10.1	Перечень вопросов к зачету	
10.2	Достиженные результаты компетенции	8
10.3	Критерии оценки ответа на зачете	9

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель.** Подготовка научных и научно-педагогических кадров, способных грамотно обрабатывать эмпирический материал, уметь выявлять закономерности в исследуемых явлениях, давать анализ и прогноз геоэкологических процессов.

### **Задачи.**

1. Дать более расширенные подходы к обработке и анализу накопленного эмпирического материала:
  - анализ исходного материала
  - обоснование выбранных методов исследования
  - интерпретация результатов
  - поведенческий прогноз
2. Продемонстрировать применение различных статистических методов к решению практических задач геоэкологии.
3. Сформировать компетенции, необходимые для дальнейшей самостоятельной работы.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина «Статистические методы в геоэкологических исследованиях (расширенный курс)» входит в состав вариативной части дисциплин по выбору программы аспирантуры.

Теоретической основой дисциплины «Статистические методы в геоэкологических исследованиях (расширенный курс)» являются курсы *математического и естественно-научного цикла, такие как* – Высшая математика, Теория вероятностей и математическая статистика, Информатика, Геоэкология, Устойчивое развитие, ГИС и пр.

Дисциплина является предшествующей для подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

ОПК-1 - способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ПК-2 – способность выполнять экспедиционные, лабораторные и вычислительные исследования в области геоэкологии, проводить мониторинг природных процессов.

### **В результате освоения дисциплины аспирант должен:**

#### **знать:**

разнообразные методы обработки эмпирических наблюдений;

#### **уметь:**

из разнообразного арсенала статистических методов обоснованно выбирать те, которые наиболее отвечают поставленной задаче;

#### **владеть:**

навыками реализации используемых методов в рамках научных исследований.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов (очн. / заочн.)	Курсы
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36 / 24	48 / 24
В том числе:	-	-
Лекции	18 / 12	18 / 12
Практические занятия (ПЗ)	18 / 12	18 / 12
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	72 / 84	72 / 84
Контактная работа	36 / 24	36 / 24
Вид промежуточной аттестации (зачет с оценкой)	зачет с оценкой	зачет с оценкой
Общая трудоемкость, часы	108 / 108	108 / 108
зачетные единицы	3 / 3	3 / 3

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела дисциплины
1.	Обыкновенные корреляционные уравнения	1.1 Критерии корреляционных уравнений 1.2 Способ наименьших квадратов 1.3 Ортогональные полиномы Чебышёва 1.4 Метод сумм
2.	Множественные корреляционные уравнения	2.1 Способ наименьших квадратов 2.2 Ортогональные полиномы Чебышёва 2.3 Частные коэффициенты корреляции 2.4 Оценка значимости коэффициентов регрессии
3.	Факторные модели	3.1 Метод главных компонент 3.2 Оценивание факторов 3.3 Центроидный метод
4.	Модели распознавания (образов)	4.1 Детерминированные модели распознавания 4.2 Стохастические модели распознавания 4.3 Последовательные модели распознавания
5.	Модели принятия решений	5.1 Общая постановка 5.2 Риск и функция потерь 5.3 Принятие решений в условиях неопределённости
6.	Статистический анализ сезонности	6.1 Индексы сезонности 6.2 Прогнозирование сезонных явлений 6.3 Модели сезонной волны

### 5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин		
1.	Экологическая безопасность	2.3	3.2	4.1-4.3
2.	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации)	1.1-1.4	3.1-3.3	5.1-5.3
		2.1-2.4	4.1-4.3	6.1-6.3

### 5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий, очное / заочное обучение

№ п/п	Наименование раздела	Виды занятий в часах, очное / заочное			
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего
1.	Обыкновенные корреляционные уравнения	4 / 2	2 / 2	10 / 9	16 / 13
2.	Множественные корреляционные уравнения	2 / 2	4 / 2	12 / 15	18 / 19
3.	Факторные модели	4 / 2	2 / 2	10 / 15	16 / 19
4.	Модели распознавания (образов)	2 / 2	4 / 2	10 / 15	16 / 19
5.	Модели принятия решений	4 / 2	4 / 2	15 / 15	23 / 19
6.	Статистический анализ сезонности	2 / 2	2 / 2	15 / 15	19 / 19
	<b>ИТОГО:</b>	18 / 12	18 / 12	72 / 84	108 / 108

### 5.4. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ, очное / заочное обучение

№ п/п	№ раздела	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	1	Формулировка различных задач с записью вида гипотезируемой зависимости	2 / 1	Баллы за решение поставленных задач	УК- 1

2	2	Нахождение коэффициентов гипотезируемой зависимости. Выбор наилучшей из гипотезируемых зависимостей. Оценка значимости коэффициентов регрессии.	2 / 1	Баллы за решение поставленных задач	ОПК -1
3	3	Анализ зависимостей методом главных компонент. Выявление главных и малозначимых факторов.	2 / 2	Баллы за решение поставленных задач	ПК-2
4	3	Анализ зависимостей центроидным методом (методом простого суммирования)	2 / 2	Баллы за постановку и решение задач	ПК-2 УК-1
5	4	Детерминированная модель распознавания. Умение поставить границы образа (рассматриваются примеры из метеорологии, гидрологии, геологии, биологии и пр.)	4 / 2	Баллы за умение формулировать задачу и записывать в математическом виде	ПК-2 УК-1
6	4	Стохастические модели распознавания. На примерах рассматривается расчёт условных вероятностей ошибок и правильных решений различных видов стохастических моделей	2 / 2	Баллы за решение поставленных задач	ПК-2
7	5	Модели принятия решений. Примеры различных зависимостей, в задачах геоэкологии, оценка их качества (стоимость или цена решения – оценка риска)	2 / 1	Баллы за умение формулировать задачу и записывать в математическом виде	ПК-2
8	6	Работа с временными рядами геоэкологических факторов. Выявление наличия автокорреляции в отклонениях от тренда. Анализ.	2 / 1	Баллы за умение формулировать задачу и записывать в математическом виде	ПК-2

## 6. Примерная тематика рефератов, докладов, проектов (при наличии)

Не предусмотрено

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### а) основная литература

1. Аргучинцева А.В. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений. Иркутск, 2007. 105 с.
2. Аргучинцева А.В., Ахтиманкина А.В. Случайные процессы в гидрометеорологии и природопользовании. Иркутск, 2018. 100 с.
3. Байков В.А., Бакиров Н.К., Яковлев А.А. Математическая геология. Т. 1: Введение в геостатистику. – Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 228 с.

4. Джонгман Р.Г.Г., Тер Браак С.Дж.Ф., Ван Тонгерен О.Ф.Р. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. М., 1999. 306 с.

**б) дополнительная литература**

1. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. – М.: Финансы и статистика, 1989. - 587 с.
2. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. - 587 с.
3. Вистелиус А. Б. Основы математической геологии. - Л.: Наука, 1980. - 389 с.
4. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафта / Под ред. Р. Г. Г. Джонгман, С. Дж. Ф. Тер Браак, О. Ф. Р. Вон Тогерен. – М.: РАСХН, 1999. – 306 с.
5. Дэвис Д. Статистический анализ данных в геологии. Кн. 1. – М.: Недра, 1990. – 319 с.
6. Дэвис Д. Статистический анализ данных в геологии. Кн. 2. – М.: Недра, 1990. – 427 с.
7. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Курс статистического моделирования. - М.: Наука, 1976. – 319 с.
8. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии. - М.: Недра, 1990. – 251 с.
9. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Теория распределений. - М.: Наука, 1966. -588 с.
10. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. - М.: Наука, 1973. – 900 с.
11. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
12. Михальчук А.А., Языков Е.Г. Ершов В.В. Статистический анализ эколого-геохимической информации: Учебно-методическое пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 235 с.
13. Савиных В.П., Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Информационные технологии в системах экологического мониторинга. – Москва: Геодезкартиздат, 2007. – 392 с.
14. Ткачѳв Ю.А., Юдович Л.Э. Статистическая обработка геохимических данных. – Л.: Наука, 1975. – 233 с.
15. Шестаков Ю.Г. Математические методы в геологии. - Красноярск, Изд-во ун-та, 1988. – 208 с.

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

[window.edu.ru/resource/463/69463](http://window.edu.ru/resource/463/69463)  
[https://ami.nstu.ru/~post/teaching/tv\\_ms/kibzun.pdf](https://ami.nstu.ru/~post/teaching/tv_ms/kibzun.pdf)  
[window.edu.ru/catalog/resources/uchebnik-matematicheskaya-statistika](http://window.edu.ru/catalog/resources/uchebnik-matematicheskaya-statistika)  
<https://kpfu.ru/docs/F1021260618/TViMS.pdf>  
[http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A30/11/11\\_r.htm](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A30/11/11_r.htm)  
[http://folk.uio.no/ohammer/past/;](http://folk.uio.no/ohammer/past/)  
<http://www.nhm2.uio.no/norlex/past/pastmanual.pdf>  
[http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A30/0\\_v.htm](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A30/0_v.htm)

**г) программное обеспечение**

- Microsoft Imagine Premium - Сублицензионный договор № 03-015-16 от 21.11.2016 г.
- STADIA – Лицензионный паспорт № 1442 от 21.03.2008 г.
- Excel
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition – Лицензия № 1B08161103014721370444 от 03.11.2016 г.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Мобильный мультимедиа комплекс, комплект презентаций по дисциплине «Методы оптимизации в задачах геоэкологии», атласы, помещение для выполнения самостоятель-

ных работ представлено дисплейным классом с доступом в Интернет и ЭИОС (электронно-информационную образовательную среду).

### 9. Образовательные технологии:

В процессе преподавания дисциплины «Методы оптимизации в задачах геоэкологии» применяются следующие виды образовательных технологий: развивающее и проблемное обучение, проектные методы обучения, лекционно-семинарская система обучения, балльная накопление, дифференцированный зачет.

### 10. Оценочные средства (ОС):

Оценочные средства для входного контроля – собеседование, решение практических задач у доски и с представлением презентаций.

Оценочные средства текущего контроля – накопленные баллы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

#### 10.1 Перечень вопросов к зачету

Примерный перечень вопросов при подготовке к зачёту:

1. В чём суть метода наименьших квадратов? Как записать для него систему нормальных уравнений? В чём его недостаток для нахождения коэффициентов гипотезируемых зависимостей?
2. Найти методом наименьших квадратов коэффициенты линейной зависимости функции одной переменной. Дать интерпретацию полученных коэффициентов. Оценить погрешность. Исходные данные предоставляет преподаватель.
3. Найти методом наименьших квадратов коэффициенты степенной зависимости функции одной переменной. Дать интерпретацию полученных коэффициентов. Оценить погрешность. Исходные данные предоставляет преподаватель.
4. Отыскание коэффициентом уравнения множественной линейной связи. Интерпретация результата. Оценка значимости каждого коэффициента.
5. Суть метода ортогональных полиномов Чебышёва.
6. Частные коэффициенты корреляции.
7. Суть метода сумм.
8. Суть метода главных компонент. Дать оценку в случае двух независимых переменных.
9. Различие в методах детерминированных и стохастических моделей.
10. Суть метода распознавания образов. Привести примеры.
11. Риск и функция потерь при оценке значимости факторов.
12. Особенности обработки временных рядов.

#### 10.2 Достигнутые результаты компетенции

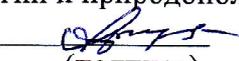
Результат диагностики сформированности компетенций	Показатели	Критерии
УК-1	Аспирант владеет общими и теоретическими основами постановки геоэкологических задач	Аспирант способен оценивать природные, экономические и социокультурные факторы геоэкологических проблем территории; выявлять их риски и предпосылки; демонстрирует умения анализировать материал, давать оценку явлениям и событиям при работе с практическими материалами
ОПК-1 ПК-2 УК-1	Аспирант способен использовать полученные знания при решении практических задач	Аспирант владеет навыками исследований, базирующихся на полученных знаниях по дисциплине в рамках научных исследований.

### 10.3 Критерии оценки ответа на зачете

Оценка	Критерии
Отлично	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ответы на поставленные вопросы логичны, последовательны и не требуют дополнительных пояснений;</li> <li>– всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала;</li> <li>– знание современной учебной и научной литературы;</li> <li>– способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной проблематики;</li> <li>– владение понятийным аппаратом;</li> <li>– обоснованные выводы;</li> <li>– соблюдаются нормы литературной речи (стилистики).</li> </ul>
Хорошо	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно;</li> <li>– демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</li> <li>– твёрдое знание программного материала (обязательно понимание взаимосвязей между явлениями и процессами, знание основных закономерностей);</li> <li>– освоена основная и наиболее значимая дополнительная литература;</li> <li>– способность применять знание теории к решению задач профессионального характера;</li> <li>– допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе.</li> </ul>
Удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Предполагается ответ только в рамках лекционного курса. Как правило, такой ответ краток, приводимые формулировки являются недостаточно четкими, в ответах допускаются неточности.</li> <li>– демонстрируются поверхностные знания вопроса;</li> <li>– допускаются нарушения в последовательности изложения;</li> <li>– имеются затруднения с выводами;</li> <li>– допускаются нарушения норм литературной речи;</li> <li>– знание программного материала в объёме, необходимом для предстоящей работы.</li> </ul>
Неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Аспирант не разобрался с основными вопросами изученной в процессе обучения дисциплины, не понимает сущности рассматриваемых процессов и явлений.</li> <li>– материал излагается непоследовательно, не представляет определенной системы знаний;</li> <li>– имеются заметные нарушения норм литературной речи;</li> <li>– обнаруживаются значительные пробелы в знаниях основного программного материала;</li> <li>– допускают принципиальные ошибки в ответе на вопросы;</li> <li>– демонстрируют незнание теории и практики.</li> </ul>

**Разработчик:**

Д-р техн. наук, профессор зав каф. гидрологии и природопользования

 А.В. Аргучинцева  
 (подпись)

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования «8» апреля 2019 г. Протокол № 10

Зав. кафедрой  Аргучинцева А.В.