

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет



«Утверждено»

Чл.-корр. РАН

С.А. Добролюбов

2018 г.

Согласовано

Учебно-методической комиссией
факультета

« 6 » 12 2018 г., пр. № 11

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы лабораторных и полевых исследований»

по направлению подготовки **05.03.06 «Экология и природопользование»**
направленность (профиль) «Рациональное природопользование»
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации (степени) «бакалавр»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки **«Экология и природопользование»** (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является: формирование у студентов навыков и умения применения современных лабораторных физико-химических методов объективного контроля окружающей среды, а также широкого спектра полевых методов исследований.

Для достижения данной цели необходима реализация следующих задач:

- изучение теоретических основ формирования современных лабораторных физико-химических методов и методов полевых исследований;
- изучение основных методов полевых исследований, применяемых для оценки состояния компонентов природной среды и степени ее антропогенной нарушенности;
- развитие навыков применения методов полевых исследований экологического состояния природных ландшафтов;
- развитие навыков применения современных лабораторных физико-химических методов для объективной оценки состояния окружающей среды

В результате изучения данного курса обучающиеся должны:

- получить представления о принципах формирования современных методов полевых и лабораторных методов исследований;
- усвоить основные способы применения методов полевых и лабораторных исследований для характеристики, как природных условий географической среды, так и степени ее антропогенного изменения,
- научиться выбирать методы полевых и лабораторных исследований для эффективного решения конкретных прикладных задач в области экологии и природопользования;
- овладеть навыками практической работы с использованием разнообразных методов лабораторных и полевых исследований.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина "Методы лабораторных и полевых исследований" относится к вариативной части специализации профиля «Рациональное природопользование» ОПОП «Экология и природопользование» и входит в модуль «Методы исследований в экологии и природопользовании». Дисциплина читается в 4 и 5 семестрах.

В части освоения теоретических основ и практики использования современных лабораторных физико-химических методов материалы курса базируются на предварительном изучении базовых курсов образовательной программы, включающих как фундаментальные естественнонаучные дисциплины – высшую математику, курсы общей физики и химии, так и основные физико-географические дисциплины: гидрологию, почвоведение и ландшафтоведение.

В части освоения теоретических основ и практики использования современных методов полевых исследований материалы курса базируются на предварительном изучении основных физико-географических дисциплин: геоморфологии, экологии с основами биогеографии, почвоведения, гидрологии, климатологии с основами метеорологии, ландшафтоведения и введения в природопользование. Курс является логическим продолжением освоения профессиональных знаний и навыков лабораторных и полевых исследований, полученных студентами во время учебных практик. В связи с этим в программе учтен соответствующий базовый объем знаний и навыков. Темы курса содержат специальную информацию для применения методов полевых и лабораторных исследований с целью оценки природных условий географической среды и антропогенного влияния и загрязнения.

Изучаемая дисциплина необходима в качестве основы для самостоятельной работы студентов в предстоящих учебных и производственных научно-исследовательских работах, и далее и в их профессиональной деятельности.

3. Требования к результатам освоения дисциплины.

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

<p>Способность использовать базовые знания естественных наук (физики, химии, биологии, экологии и наук о Земле), основные методы сбора, обработки и анализа полевой и лабораторной информации (ОПК-3.Б, формируется частично)</p>	<p>Знать базовые знания естественных знаков.</p> <p>Владеть основными методы и технологиями полевых исследований, применяемые для анализа природной среды и оценки степени ее антропогенной нарушенности.</p>
<p>Владение методологией и методами полевых и лабораторных исследований природных условий географической среды и степени их антропогенного изменения с применением фундаментальных знаний по геоморфологии, геологии, гидрологии, биогеографии, почвоведения, ландшафтоведения и экологии для решения конкретных профессиональных задач (СПК-1.Б, формируется частично)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретико-методологические основы формирования методов полевых и лабораторных исследований. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать различные методики оценки состояния природной среды в зависимости от конкретных целей географических и геоэкологических исследований и особенностей антропогенного воздействия на изучаемую территорию; – применять полученные знания в выборе методов полевых исследований для проведения практических географических и геоэкологических исследований; – проводить характеристику современных ландшафтов и антропогенно-измененных территорий с учетом совокупного воздействия природных и антропогенных факторов; – практически использовать физико-химические методы анализа непосредственно в полевых условиях <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками и технологиями отбора проб и образцов и их специализированной

	подготовки; – навыками сбора информации, ее полевой и камеральной обработки с последующим анализом полученных данных; – навыками выбора использования конкретных методов полевых исследований для различных природных сред и антропогенно измененных территорий.
--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов)

Общая аудиторная нагрузка – 150 часов, в т.ч. лекции - 62 часа и семинаров -88 часов.

Объем самостоятельной работы студентов - 66 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Форма промежуточной аттестации				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		Практики	СРС		
				Лекции	Семинары				
1	Тема 1. Введение в современные физико-химические методы анализа	4	1, 2	2	2	0	0		
2	Тема 2. Теоретические основы формирования методов географических исследований.	4	1	2	4	0	0		
3	Тема 3. Рекогносцировочные исследования и методика выбора участков для детальных	4	2,3	2	4	0	0		

	исследований.							
4	Тема 4. Методы математической обработки данных	4	3, 4	1	2	0	2	Контрольная работа
5	Тема 5. Геофизические методы полевых исследований.	4	4, 5	2	2	0	0	
6	Тема 6. Ионметрический анализ природных вод	4	6, 7	2	1	5	2	Лабораторный практикум
7	Тема 7. Ландшафтно-геохимические методы исследования ландшафтов.	4	7, 8	3	4	0	0	
8	Тема 8. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом	4	8,9	2	1	5	2	Лабораторный практикум
9	Тема 9. Методика отбора проб.	4	9	1	1	2	0	Лабораторный практикум
10	Тема 10. Измерение параметров природных вод портативными приборами.	4	10, 11	2	1	3	2	Лабораторный практикум
11	Тема 11. Методы биоиндикации в природопользовании.	4	10, 11	2	2	0	0	
12	Тема 12. Спектрофотометрический метод анализа содержания биогенных элементов в природных водах	4	12	2	1	4	2	Лабораторный практикум
13	Тема 13.	4	12,	2	4	0	0	

	Методы определения рекреационной нагрузки. Тема 14. Полевые методы оценки биомассы		13					
14	Тема 15. Картографический метод географических исследований	4	12, 13	1	2	0	0	
15	Тема 16. Подведение итогов – обзорное занятие	4	13	0	0	2	2	Практические работы (лабораторный практикум) по темам № 5; № 6; № 8; № 9; № 10; № 12 зачет по практическим работам
	Промежуточная аттестация						18	Экзамен
	ИТОГО ПО 4-му СЕМЕСТРУ:	4	13	26	31	21	30	
16	Тема 17. Обзор современных мобильных физико-химических лабораторий. Тема 18. Методы определения растворенного кислорода в воде	5	1,2	6	0	4	4	Лабораторный практикум
17	Тема 19. Теоретические основы биоиндикации. Тема 20. Классификация биоиндикации в зависимости от объекта индикации. Виды и типы биоиндикации.	5	3-5	8	6	0	4	
18	Тема 21. Определение содержания	5	6-10	4	0	6	6	Лабораторный практикум

	тяжелых металлов в почве. Тема 22. Определение концентрации загрязняющих газов в воздухе помещений (фенол и формальдегид).							
19	Тема 23. Биоиндикация природных процессов. Тема 24. Биомониторинг и биоиндикация антропогенных процессов.	5	11-12	6	6	0	4	
20	Тема 25. Методы лабораторной оценки параметров качества воды. Тема 26. Изучение радиоактивного загрязнения	5	13, 14	4	0	6	5	Лабораторный практикум
21	Тема 27. Биомониторинг техногенного загрязнения в различных природных средах. Тема 28. Прикладные аспекты биомониторинга	5	15, 16	8	4	0	5	
22	Тема 29. Контрольный семинар по результатам лабораторных работ.	5	17, 18	0	2	2	5	Практические работы (лабораторный практикум) по темам № 17; № 18; № 21; № 22; № 25; № 26 зачет по практическим работам
							3	Зачет
	ИТОГО ПО 5-му СЕМЕСТРУ	5	18	36	18	18	36	

5. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в современные лабораторные и полевые методы анализа объектов окружающей среды. Современные методы химического и физического анализа. Качественный и количественный анализ. Понятие об абсолютной и относительной точности измерения. Особенности применения лабораторных методов анализа к объектам природной среды. *In-situ* измерения. Необходимое лабораторное оснащение для проведения аналитических работ. Техника безопасности в химической лаборатории.

Тема 2. Теоретические основы формирования методов географических исследований. Методы географических исследований: описание, сравнительно-описательный метод, описание динамических явлений, ландшафтно-геохимический метод, биоиндикационный метод, картографический и др. Описание – как основной методический прием изучения природной среды и особенности антропогенных нарушений. Современные виды географических описаний. Эколого-географические описания территории (целостное восприятие географических систем). Сравнительно-описательный метод (систематизация эмпирического материала; раскрытие внутренней взаимосвязи изучаемых географических явлений). Описание динамических явлений природы, антропогенных и техногенных процессов. Сукцессионные ряды и динамические системы.

Тема 3. Рекогносцировочные исследования и методика выбора участков для детальных исследований. Рекогносцировочные исследования и методика выбора участков для детальных исследований. Методика составления по результатам проведенной рекогносцировки откорректированных маршрутов для дальнейших полевых работ, нанесение их на ландшафтной карте, выбор линий опорных профилей, разработка легенд к карте, унифицированная методика наблюдений, фиксация материалов и сбор образцов. Приобретение навыков комплексных физико-географических исследований с основными, картировочными, опорными и специализированными точками описаний. Методики выбора ключевых участков.

Тема 4. Методы математической обработки данных. Статистическая обработка данных – общие принципы. Среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение, доверительный интервал и доверительная вероятность. Определение стандартной ошибки измерения метода. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Основы обработки данных в среде табличного процессора MS Excel.

Тема 5. Геофизические методы полевых исследований. Полевые исследования на стационарах энергетических аспектов биологической продукции ландшафтов, методы изучения трофодинамической структуры биогеоценозов, подсчет теплового баланса растительного покрова, исследование гидрологического цикла геосистем. Методы, изучающие энергетику почвообразования, изучение теплопереноса, движения воды и солей в почве. Способы определения составляющих теплового баланса ландшафтов России. Геофизический анализ осадков в жидкой и твердой фазе, перехват их кронами деревьев, метеливый перенос, физическое испарение и транспирация, фильтрация в почвы, поверхностной внутрипочвенной и грунтовой сток и т.д. Оценка пространственной изменчивости осадков, обусловленная различием в мезорельефе, наличием крупных водохранилищ и озер, лесных массивов. Изучение изменчивости увлажнения конкретных фаций методом определения геометрических свойств растительного покрова, оценкой компоновки ярусов, сомкнутости крон, определением микро-мезоэкспозиции склонов по отношению господствующим направлениям ветра. Методы изучения процессов фотосинтеза для расчета потока энергии по цепям питания. Расчет готовой энергетической продукции ландшафтов по энергетическому

эквивалента фотосинтеза – количеству энергии, содержащемуся в сухом органическом веществе. Изучение основных физико-географических факторов, играющих существенную роль в процессе фотосинтеза: интенсивность потока солнечной радиации и ФАР, относительная влажность воздуха и запасы продуктивной влаги в почве, температура почвы и воздуха, скорость ветра, положение растения в сообществе, вертикальная структура растительного покрова. Применение геофизических методов исследования для решения региональных экологических проблем, регионального планирования и прогнозирования.

Тема 6. Ионметрический анализ природных вод. Ионметрия – разновидность потенциометрического анализа. Ионоселективные электроды – устройство и принципы работы. Уравнение Нернста. Интерфейс и порядок работы с анализатором «Эксперт - 001». Измерение концентрации хлоридов, фторидов, нитратов, катионов калия, натрия, аммония. Определение рН и калибрование иономеров. Определение сероводорода и сульфидов в сточных водах.

Тема 7. Ландшафтно-геохимические методы исследования ландшафтов. Ландшафтно-геохимические методы исследования ландшафтов. Геохимическая структура ландшафта: элементарные, сложные, каскадные системы; миграция химических элементов. Определением одного из важнейших ландшафтно-геохимических показателей – режима миграции вещества, который тесно связан с рельефом, почвообразующими породами и условиями увлажнения. Метод определения степени и интенсивности увлажнения, характера увлажнения и типа увлажнения ландшафта. Кларки концентрации химических элементов в различных природных средах. Метод расчета коэффициентов биологического поглощения. Оценка природного геохимического фона регионов. Изучение геохимического влияния сельского хозяйства на природные геосистемы. Оценка состояния и степени загрязнения промышленных городов, влияние горнодобывающего производства, перерабатывающих отраслей, воздействие автотранспорта на природную среду. Методы оценки аналогово-геохимического состояния фоновых и урбанизированных территорий. Методика комплексного эколого-геохимического картографирования и районирования территории по степени загрязнения, ответным реакциям и устойчивости природных геосистем к техногенным воздействиям.

Тема 8. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом. Принципы флуориметрического (люминесцентного) анализа. Методы экстракции нефтепродуктов из природных вод и почв. Устройство и принципы работы анализатора «Флюорат-02-3М». Методика измерения массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной воды и почв флуориметрическим методом.

Тема 9. Методика отбора проб. Отбор проб с целью изучения ландшафтов и динамики природных процессов. Изучение конкретного распределения загрязняющих веществ в различных природных средах (вода, снег, почвы, донные отложения, древесные и травянистые растения, мхи и лишайники). Отбор проб для изучения биологической продуктивности ландшафта. Расчет запасов фитомассы. Изучение факторов загрязнения и самоочищения ландшафтов. Структура техногенно измененных ландшафтов, процессов их трансформации под влиянием техногенеза. Оценка устойчивости ландшафтов к техногенному загрязнению. Экспериментальные исследования устойчивости отдельных компонентов к различным видам техногенных нагрузок, позволяющие прогнозировать их состояние.

Тема 10. Измерение параметров природных вод портативными приборами. Современные портативные средства термометрии, кондуктометрии и рН-метрами. Их устройство, принципы работы, точность и методы калибровки. Особенности проведения гидрохимических *in-situ* измерений.

Тема 11. Методы биоиндикации в природопользовании. Понятие индикатора и объекта индикации. Методы фитоиндикации, зоондикации, бривоиндикации, лишеноиндикации. Методы гидроиндикации, галоиндикации, лито- и геоиндикации. Биоиндикация природных процессов, биоиндикация антропогенных процессов, биоиндикация техногенных процессов.

Тема 12. Спектрофотометрический метод анализа содержания биогенных элементов в природных водах. Принцип спектрофотометрического метода. Устройство и принцип спектрофотометра. Порядок работы на двулучевых и однолучевых спектрофотометрах. Спектрофотометры Спекорд – 4М и Эксперт – 003. Определение минерального и общего растворенного фосфора. Определение минерального и общего растворенного азота. Определение аммония NH_4^+ . Определение нитратов NO_3^- . Определение общего растворенного азота.

Тема 13. Методы определения рекреационной нагрузки. Методы оценки рекреационной нагрузки по развитию тропиной сети, по степени уплотненности почвенного покрова и его нарушенности, по анализу особенностей растительного покрова.

Тема 14. Полевые методы оценки биомассы. Закладка пробных площадей для изучения фитомассы древесно-кустарниковых растений; полевая работа на учетных площадках с осуществлением укоса травяной фитомассы и мортмассы ветуши, сбор валежника и подстилки; почвенные шурфы для описания почвы и отбора почвенных образцов, а также для определения количества корней, зоомассы, объемного веса и влажности, а также других характеристик почвы, почвообразующей и подстилающей пород. Метод линейной таксации.

Тема 15. Картографический метод географических исследований. Методология его применения и разработка конкретных приемов исследований, обобщение и анализ данных для анализа структуры природной среды, географических, антропогенных и техногенных явлений. Сбор базы данных для составления карт, отражающих динамику географических и антропогенных явлений в пространстве и во времени. Методика сбора материала для создания компьютерных экологических карт загрязнения.

Тема 16. Контрольный семинар по результатам лабораторных работ. Освоенные в ходе лабораторных работ методы физико-химического анализа природных сред. Использованные в ходе экспериментов измерительные приборы и вспомогательное оборудование. Применявшиеся методы обработки экспериментальных данных. Соответствие полученных результатов санитарно-гигиеническим нормативам.

Тема 17. Обзор современных мобильных физико-химических лабораторий. Мобильные лаборатории – современный этап развития физических и химических методов объективного контроля состояния окружающей среды. Приборы и оборудование для современных мобильных эко-аналитических лабораторий. Роль мобильных лабораторий в задачах экологического мониторинга и природоохранной деятельности. Определение общего железа, суммы тяжелых металлов и цветности воды колориметрическим методом на спектрофотометре «Эксперт – 003».

Тема 18. Методы определения растворенного кислорода в воде. Йодометрический метод Винклера. Химические реакции, лежащие в основе метода Винклера. Мешающие влияния. Особенности отбора проб для определения растворенного кислорода. Методика определения растворенного кислорода в пробе воды. Изменение концентрации кислорода в воде в зависимости от температуры. Значение растворенного кислорода в воде для санитарного состояния водоемов.

Тема 19. Теоретические основы биоиндикации. Основные понятия: объект индикации, биоиндикатор, биомониторинг, индикационные признаки. Исторические этапы биоиндикационных исследований. Формирование понятия «биомониторинг».

Роль биоиндикационных исследований в оценке природных и антропогенных трансформаций. Система диагностических признаков биоты для оценки состояния экосистем в рамках мониторинга окружающей среды. Особенности современного состояния биоиндикации и биомониторинга. Биогеохимические функции вещества в природе по В.И. Вернадскому, структурно-функциональная организация экосистем. Физиологические особенности видов-биоиндикаторов. Концентрационная функция живого вещества как фундаментальная основа биоиндикации. Трофические связи в экосистемах. Пирамиды масс. Биологические, экологические, географические особенности организмов. Значение биоиндикации и биомониторинга для диагностики состояния экосистем в сфере антропогенного воздействия и оптимизации природопользования.

Тема 20. Классификация биоиндикации в зависимости от объекта индикации.

Виды и типы биоиндикации. Понятия «достоверность» и «значимость» в биоиндикации. Формы биоиндикации: специфическая и неспецифическая; прямая и косвенная. Локальные и универсальные биоиндикаторы. Типы биоиндикаторов: чувствительный и аккумулятивный. Применение тест-организмов в биоиндикации. Понятие «контроля» в биоиндикации. Классификация биоиндикации в зависимости от выбора индикатора. Фитоиндикация – биоиндикация с использованием высших растений (деревья, кустарники, кустарнички, травянистые растения) в качестве фитоиндикаторов. Зооиндикация – биоиндикация с использованием животных (млекопитающие, птицы, мышевидные грызуны, насекомые и др.) в качестве зооиндикаторов. Лихеноиндикация – биоиндикация с использованием лишайников в качестве лихеноиндикатора. Бриоиндикация – биоиндикация с использованием мхов. Биоиндикация по грибам и водорослям. Обоснование выбора различных видов биоиндикации в зависимости от целей исследований и объекта индикации.

Тема 21. Определение содержания тяжелых металлов в почве и растительности.

Общие принципы атомно-абсорбционного анализа. Чувствительность метода. Оборудование для атомно-абсорбционного анализа, устройство и принципы работы. Особенности подготовки проб почв и растительности.

Тема 22. Определение концентрации загрязняющих газов в воздухе помещений (фенол и формальдегид). Основные источники поступления паров фенола и формальдегида в воздух жилых помещений. Методика определения концентрации фенола и формальдегида в воздухе. Отбор проб воздуха. Анализ отобранных проб.

Тема 23. Биоиндикация природных процессов. Определение понятия «гидроиндикация». Фитоиндикация гидрологических особенностей ландшафта. Использование экологических групп растений (гидрофиты, гигрофиты, фреатофиты, ксерофиты) в качестве гидроиндикаторов при диагностике глубины залегания грунтовых вод. Оценка степени заболачивания изучаемой территории при помощи гидроиндикаторов. Определение понятий «геоиндикация» и «литоиндикация». Экологические предпосылки гео- и литоиндикации. Возможности использования методов фитоиндикации и лихеноиндикации для оценки литологических особенностей территории. Применение методов геоиндикации для характеристики почвенного покрова. Растения – индикаторы разности почвы. Биоиндикаторы механического состава почвы и степени ее уплотнения. Характеристика растений-индикаторов кислотности (рН) почв. Понятие «ацидофилы». Характеристика групп ацидофилов: крайние, умеренные, слабые, нейтральные, базифильные. Биоиндикационные признаки избыточного содержания микроэлементов в почве (цинк, марганец, железо, медь, фосфор, сера, хлор, бор и др.). Индикация недостатка питательных веществ (магний, кальций и др.) в почве по внешнему облику произрастающих на ней растений. Признаки «магниевого голодания». Особенности выявления высокого содержания

кальция в почве по фитоиндикаторам. Кальцефилы и кальцефобы. Биоиндикация содержания нитратов и нитритов в почве. Нитрофилы и нитрофобы. Определение понятия «галоиндикация». Биоиндикация засоления почв по растениям и растительным сообществам. Галофиты и гликофиты. Прикладные аспекты использования биоиндикации – поиски полезных ископаемых при помощи фитоиндикаторов и лишеноиндикаторов. Характеристика основных биоиндикаторов, используемых для оценки природных компонентов ландшафтов. Использование методов фитоиндикации и лишеноиндикации для оценки природных процессов и их динамики. Биоиндикации эрозионных процессов (выявление плоскостной, глубинной, боковой эрозии). Биоиндикация ледниковой деятельности. Биоиндикация лавинной деятельности. Биоиндикация селевых процессов. Биоиндикация вулканизма. Биоиндикация пожаров. Современные проблемы индикации природных процессов. Формы биоиндикации природных процессов в зависимости от их «временного аспекта». Понятия – прогнозная индикация, стадийно-синхронная индикация, ретроиндикация. Пассивные и активные биоиндикаторы при диагностике и оценке природных процессов.

Тема 24. Биомониторинг и биоиндикация антропогенных процессов. Понятие «биомониторинг». Место биомониторинга в универсальной схеме мониторинга окружающей среды. Принципы классификации систем и подсистем мониторинга. Цели и задачи биомониторинга. Понятие «биомониторинг». Биологические системы различных уровней организации и их реакция на внешние антропогенные воздействия – как объект биомониторинга. Соотношение уровня биологических систем с направлениями биомониторинга: субклеточный уровень – генетический мониторинг; клеточный уровень – биохимический мониторинг; организменный уровень – физиологический мониторинг; популяционный и биоценологический уровни – экологический мониторинг. Критерии оценки экологического состояния популяций животных и биоценозов: изменение видового состава фито- и зооценозов, уменьшение разнообразия видов в биоценозах и популяциях, сокращение площади коренных ассоциаций, изменения плотности (численности) популяций видов-индикаторов. Диагностический блок биомониторинга – выявление, идентификация и определение концентрации загрязняющих веществ в биоте. Комплексная оценка зон экологической нормы, риска, кризиса и бедствия с использованием биоиндикаторов.

Тема 25. Методы лабораторной оценки параметров качества воды. Метод объемного анализа. Жесткость воды и единицы ее измерения. Метод определения общей жесткости. Определение катиона кальция. Определение общей щелочности. Определение перманганатной окисляемости природных вод. Оценка содержания растворенного органического вещества природных вод спектрофотометрическим методом. Определение анионоактивных поверхностно-активных веществ в природных водах и почвах.

Тема 26. Изучение радиоактивного загрязнения окружающей среды. Понятие о радиоактивности. Методы регистрации и исследования свойств радиоактивного излучения. Единицы активности радиоактивных веществ и другие физические величины, характеризующие влияние радиоактивности на окружающую среду (поглощенная доза ионизирующего излучения, экспозиционная доза, эквивалентная доза и коэффициент качества излучения, коллективная доза). Безопасность работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

Тема 27. Биомониторинг загрязнения атмосферного воздуха. Соотношение между ответными реакциями биоиндикаторов и концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере. Высшие растения как фитоиндикаторы следовых элементов в воздухе. Понятие о чувствительности растений к диоксиду серы. Газоустойчивые и не газоустойчивые виды растений. Особенности аккумуляции растениями токсических

веществ. Механизмы повреждений растений элементами-загрязнителями из группы тяжелых металлов. Биомониторинг загрязнения биоты. Основные симптомы поражения растений атмосферными поллютантами (заболевания некрозом и хлорозом, изменения окраски листьев и хвои, дефолиация, подавление роста и др.). Соотношение интенсивности фотосинтеза с уровнем техногенного воздействия. Основные тенденции изменения фотосинтетического аппарата (площадь листа, его анатомическое строение, пластидный аппарат, содержание пигментов) под воздействием техногенеза. Дистанционное зондирование – регистрация атмосферных загрязнителей (SO₂, H₂S, NO₂, NH₃, N₂O и др.) и их воздействия на растительность. Соотношение изменения флуоресценции хлорофилла в мембранах тилакоидов хлоропластов с уровнем техногенного воздействия. Биоиндикация загрязнения атмосферы при помощи годичных колец деревьев, понятия «дендроанализ» и «дендрохимия». Применение методов лишеноиндикации для оценки степени загрязнения атмосферы. Морфофизиологические особенности лишайников и особенности аккумуляции их талломами тяжелых металлов. Возможности использования животных, грибов в биоиндикации и биомониторинге. Биомониторинг техногенного загрязнения почв. Фитоиндикационные признаки техногенного засоления почв (осмотическое и токсическое). Применение фитоиндикаторов для выявления процессов вторичного засоления почв в результате мелиоративных мероприятий с применением хлоридов калия в качестве минеральных удобрений. Особенности применения фитоиндикации засоления почв, связанного с применением антиобледенителей дорожных покрытий. Биомониторинг природных вод. Системный анализ качества воды, режима стока и уровня водоема, анализ загрязняющих веществ при помощи фитоиндикаторов. Зооиндикация токсичности природных вод с использованием дафний в качестве зооиндикаторов. Определение загрязненности природных водоемов путем оценки видового разнообразия беспозвоночных. Оценка экологического состояния водоемов и их способности к самоочищению по изучению изменений популяций моллюсков-фильтрантов (перловиц и беззубок). Биотестирование сточных и природных вод как обязательный элемент системы контроля качества воды, введенный в «Правила охраны поверхностных вод» (1997). Экспресс-методы оценки токсичности водной среды и выявления характера ее изменения под воздействием антропогенных факторов с применением тест-организмов (планктон и бентос).

Тема 28. Прикладные аспекты биомониторинга. Биомониторинг состояния городской среды, промышленных и сельскохозяйственных объектов, транспортных систем особо охраняемых природных территорий и пр. Биомониторинг зеленых насаждений городской среды. Основные принципы проведения инвентаризации зеленых насаждений для оценки антропогенной нагрузки на территорию. Основные визуальные биоиндикационные признаки повреждений состояния городских зеленых насаждений. Критерии выделения зон с разной степенью повреждений зеленых насаждений по степени проявления некроза и хлороза. Рекомендации по оптимизации использования наиболее устойчивых древесных растений для повышения комфортности городской среды. Применение методов фитоиндикации при мониторинге территории с использованием дистанционной информации для получения объективных и оперативных данных. ГИС-технологии в биомониторинге. Использование видов-биоиндикаторов для реабилитации различных компонентов ландшафтов (атмосфера, природные воды, почвы). Значение биоиндикации и биомониторинга в оценке качества среды обитания социума и здоровья человека.

Тема 29. Контрольный семинар по результатам лабораторных работ. Освоенные в ходе лабораторных работ методы физико-химического анализа природных сред. Используемые в ходе экспериментов измерительные приборы и вспомогательное

оборудование. Применявшиеся методы обработки экспериментальных данных. Соответствие полученных результатов санитарно-гигиеническим нормативам. Перспективы использования полученных знаний и навыков в задачах экологического мониторинга природных и антропогенных сред и обеспечении экологической безопасности природопользования.

Содержание семинаров

Одной из базовых составляющих курса "Методы лабораторных и полевых исследований" являются практические работы, выполняемые в рамках семинаров, проводимые студентами под руководством преподавательского состава. В ходе этих работ студентами практически осваиваются современные методы физико-химического анализа. В качестве объектов анализа выступают пробы и образцы, взятые из природной среды, в том числе во время проведения учебных и производственных практик. Полученные результаты обсуждаются со студентами во время контрольного семинара, где оценивается качество выполненной лабораторной работы.

Семинар 1. Понятие метода исследования. Общенаучные методы исследований. (системный, исторический, экологический и др.) Междисциплинарные методы исследований (математические, геофизический, геохимический методы и др.).

Семинар 2. Специализированные методы исследований (сравнительно-описательный, ландшафтный, литературно-картографический и др.).

Семинар 3. Исторические этапы формирования методов полевых географических исследований.

Семинар 4. Современные виды географических описаний.

Семинар 5. Основные виды работ предполевого камерального периода исследований. Составление программы полевых работ.

Семинар 6. Рекогносцировочные исследования.

Семинар 7. Выбор ключевых участков

Семинар 8. Методика отбора проб почв, вод, снега, растений.

Семинар 9. Основные виды работ послеполевого камерального периода.

Семинар 10. Ландшафтно-геохимические методы полевых исследований.

Семинар 11. Методы оценки рекреационной нагрузки и рекреационной емкости.

Семинар 12. Определение биомассы.

Семинар 13. Понятия биоиндикатор и объект индикации. Фитоиндикация, лишеноиндикация, бриоиндикация, альгоиндикация, зооиндикация.

Семинар 14. Применение физико-химических методов анализа (газовой и жидкостной хроматографии, масс-спектрометрии, титрования, электрохимических методов и др.) для идентификации, установления структуры и количественного анализа различных соединений.

Семинар 15. Экспресс-методы определения экологической ситуации и загрязнения сред: воздуха, почвы, воды. Современные инструментальные методы исследований.

Семинар 16. Современные методы контроля загрязнения окружающей среды нефтепродуктами.

Методика применения различных способов измерения содержания нефтепродуктов в почве и воде.

Семинар 17. Методика отбора проб природной воды для лабораторных испытаний. Общие требования к отбору проб. Отбор проб почвы для химического анализа.

Семинар 18. Обзор современных приборов для измерения качества окружающей среды.

Семинар 19. Фотометрические методы определения концентрации веществ в растворах. Определение органических и минеральных форм биогенных элементов (азот, фосфор).

Семинар 20. Современный этап развития физических и химических методов объективного контроля состояния окружающей среды. Виды подвижных платформ для мобильных лабораторий. Приборы и оборудование для современных, мобильных аналитических лабораторий.

Семинар 21. Химические методы определения растворенного кислорода. Титрование по Винклеру (Winkler). Титриметрический метод Электрод Кларка.

Семинар 22. Методы определения тяжелых металлов в почвах и почвенных компонентах.

Семинар 23. Определения качества воздуха в помещении. Определение содержания вредных газов (паров) в воздухе производственных помещений. Методы контроля концентрации вредных веществ в воздухе жилых, производственных помещений и рабочих зон.

Семинар 24. Контроль качества воды, проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям. Методы определения показателей качества воды и особенности их применения.

Семинар 25. Исследование радиоактивных загрязнений. Контроль радиоактивного загрязнения природной среды, и работа с исходными данными. Глобальное и локальное радиоактивное загрязнение объектов природной среды.

Семинар 26. Биомониторинг воздушной среды.

Семинар 27. Биомониторинг почв.

Семинар 28. Биомониторинг водных объектов.

Семинар 29. Биомониторинг антропогенных процессов.

Лабораторные практикумы:

1. Спектрофотометрический метод анализа содержания биогенных элементов в природных водах (определение содержания азота и фосфора в природных водах с применением спектрофотометрического метода)
2. Определение жесткости, Ca^{2+} , Mg^{2+} и щелочности в природных водах (с применением методов объемного анализа)
3. Методы определения растворенного кислорода в воде (посредством применения йодометрического метода Винклера)
4. Ионметрический анализ природных вод (с применением ионселективной ионометрии)
5. Определение компонентов растворенного органического вещества природных вод. Перманганатная окисляемость природных вод.
6. Экспресс-методы оценки параметров качества воды (определения содержания нитрат-ионов (NO_3^-), спектрофотометрический метод определения цветности воды).
7. Оценка радиационного фона помещений. Методы и единицы определения доз радиоактивности.
8. Определение содержания тяжелых металлов в почве, растительности и природных водах с применением атомно-абсорбционного и спектрофотометрического методов анализа.
9. Определение концентрации загрязняющих газов в воздухе помещений (определение концентрации фенола и формальдегида с применением спектрофотометрического метода)
10. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом (с применением экстракционного извлечения нефтепродуктов из проб)

природных вод или почв и измерения сигнала флуоресценции нефтепродуктов в гексановом растворе)

11. Измерение параметров природных вод портативными приборами. (изучение основ термометрии, кондуктометрии и рН-метрии с применением портативных приборов).

12. Определение общего железа в природных водах спектрофотометрическим методом

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Рекомендуется изучение теоретических основ применяемых в лабораторных семинарах методов исследований, самостоятельное составление схем биоиндикационных признаков у растений с опорой на работу на семинаре и методические указания, приведенных основной рекомендуемой литературе по курсу

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Зачет по лабораторной работе включает выполнение работ (№ 1-12, см. п. 5 «Содержание дисциплины») и, при необходимости, исправление замечаний.

Примерный перечень вопросов для контрольных работ

1. Значение понятия «биогеохимические функции живого вещества» В.И. Вернадского в биоиндикации и биомониторинге.
2. Какие изменения в популяциях и биоценозах имеют биоиндикационное значение?
3. Какие изменения в биологических, экологических, географических особенностях организмов имеют биоиндикационное значение?
4. Охарактеризуйте основные виды и типы биоиндикации.
5. Расскажите о формах биоиндикации.
6. Дайте обоснования различий в применении методов лишено-, брио-, мико-, зоо- и фитоиндикации?
7. Дайте характеристику биоиндикаторов гидрологических особенностей ландшафта.
8. Приведите примеры биоиндикационных признаков избыточного содержания микроэлементов в почве.
9. Приведите примеры биоиндикационных признаков, используемых при поисках месторождений полезных ископаемых.
10. Какие способы биоиндикации разработаны на основе влияния поллютантов на ферменты, хлорофилл, АТФ?
11. Проанализируйте преимущества и недостатки метода биоиндикации по сравнению с физико-химическими методами оценки состояния окружающей среды.
12. Какие тест-растения используют при биомониторинге для оценки содержания озона, загрязнения воздуха и засоления почвы?
13. Перечислите методы биоиндикации загрязнения воздушной среды.
14. Какие существуют методы биоиндикации загрязнения водной среды?
15. Что вы знаете о методах биоиндикации состояния и загрязнения почвы?
16. Охарактеризуйте принципы биомониторинга зеленых насаждений городской среды.
17. Каким требованиям должен удовлетворять биоиндикатор и биомонитор?

18. Дайте определение: что такое активный и пассивный мониторинг, специфическая и неспецифическая индикация, прямая и косвенная биоиндикация. Приведите примеры.
19. Охарактеризуйте различные уровни биомониторинга.
20. Сформулируйте цели и задачи биомониторинга.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации: **4семестр - экзамен устный**

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Проанализируйте этапы становления современных методов географических исследований.
2. Перечислите виды географических описаний.
3. В чем заключается методика выбора ключевых участков.
4. Для каких географических исследований применяется метод линейной таксации.
5. Охарактеризуйте геофизические методы исследований.
6. Охарактеризуйте метод изучения процесса фотосинтеза для расчета потока энергии по цепям питания.
7. Какие методы оценки растительного покрова позволяют изучить степень увлажненности ландшафта.
8. Охарактеризуйте геохимические методы в экологии и природопользовании.
9. Охарактеризуйте основные особенности методики отбора проб воды, снега, почв, донных отложений и растений.
10. Перечислите основные методы полевых исследований для оценки загрязнения атмосферы и гидросферы.
11. В чем заключается метод биоиндикации.
12. Приведите примеры применения метода биоиндикации для оценки природной составляющей ландшафта и его антропогенной составляющей.
13. Какие методы полевых исследований используют для оценки загрязнения урбанизированных территорий.
14. Приведите примеры методов, позволяющих оценить рекреационное воздействие на ландшафт.
15. На каком законе основана возможность спектрофотометрического определения концентрации вещества? Приведите его математическое выражение и характеристики всех входящих в него величин.
16. Объясните принцип определения содержания органических форм азота и фосфора. Какие химические реагенты при этом используются? В чем состоит различие в условиях определения $P_{орг}$ и $N_{орг}$?
17. Что такое жесткость воды и какова степень жесткости исследуемых проб воды (мягкая, средней жесткости, жесткая, очень жесткая) ?
18. От каких физических и физико-химических параметров окружающей среды зависит концентрация растворенного в природной воде кислорода ?
19. На каких химических реакциях основан метод определения кислорода по Винклеру ?
20. Как оценить содержание растворенного органического вещества в воде флуориметром ?
21. Из каких узлов состоит установка для потенциометрического анализа ?
22. Перечислите наиболее распространенные методы определения массовой концентрации нефтепродуктов, в чем их отличие друг от друга ?
23. Каковы величины ПДК нефтепродуктов для природных вод ?
24. Чем обусловлена электропроводность природных вод ?

25. Какова общая минерализация вод, относящихся к питьевым ?

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: контрольная работа)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

5 семестр - зачет устный

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Биоиндикация – определение, основные этапы развития.
2. Фитоиндикация. Молекулярный уровень.
3. Основные понятия биоиндикации: биоиндикатор, объект индикации, индикационные признаки.
4. Фитоиндикация. Клеточный уровень.
5. Экологические основы биоиндикации.
6. Фитоиндикация. Уровень органов.
7. Основные разделы биоиндикации.
8. Фитоиндикация. Фитоценотический уровень.
9. Гидроиндикация.
10. Фитоиндикация. Экосистемный уровень.
11. Лито- и геоиндикация.
12. Фитоиндикация. Биосферный уровень.
13. Галоиндикация .
14. Прямые и косвенные биоиндикаторы.
15. Лихеноиндикация .
16. Локальные и универсальные индикаторы.
17. Зооиндикация.
18. Альгоиндикация при оценке загрязнения почв и водоемов.
19. Бриоиндикация

20. Оценка хлороза и некроза при биондикации техногенного воздействия.
21. Биомониторинг в общей системе мониторинга.
22. Флуктуирующая асимметрия.
23. Биоиндикация техногенного загрязнения грунтовых вод.
24. Микоиндикация.
25. Биондикация техногенного загрязнения атмосферы.
26. Оценка пигментного состава и флуоресценции хлорофилла.
27. Биондикация техногенного загрязнения почв.
28. Достоверность и значимость биоиндикаторов.
29. Ацидофилы и базифилы.
30. Уровни биондикации.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

РО и соответствующие виды оценочных средств	Оценка	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: контрольная работа)		Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)		В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические задания)		Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Методы лабораторных и полевых исследований»: Учебно-методическое пособие / Горшкова О.М., Горецкая А. Г., Корешкова Т.Н., Краснушкин А. В., Марголина И. Л., Потапов А. А., Пращикина Е. М., Шкиль А.Н.; Под ред. М. В. Слипенчука. 3-е изд. М.: Географический факультет МГУ, 2015. 220 с.

Б) дополнительная литература:

1. Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. Методы комплексных физико-географических исследований. М., Изд-во Моск. Ун-та. 1997. 320 с.
2. Дьяконов КН., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований - М.: Просвещение: - АО "Учен, лит.", 1996. - 207 с.

3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Изд-во МГУ, 1999. – 610 с.
4. Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. Л., Наука. 1990. 222 с.
5. Хрусталева М.А. Аналитические методы исследований в ландшафтоведении: Учебный практикум /Хрусталева М.А./ М.: Техполиграфцентр, 2003. 88 с.
6. Горецкая А.Г., Марголина И.Л. Набор для оценки чистоты воздуха методом биоиндикации: Методические рекомендации. М.: Эдустронг, 2013, 8 с.
7. Горшкова О.М., Зайцев Н.К., Слипечук М.В., Шорин С.В. Использование ионоселективных электродов для определения некоторых гидрохимических параметров в пресной воде. Вода Magazine. 2014, №8 (84) Август, с. 36 – 40.
8. Потапов А.А. Пространственная неоднородность физических характеристик окружающей среды как экологически значимый фактор: Монография. – М.: МАКС Пресс, 2011. – 176 с.
9. Практикум по инструментальным методам анализа вещества в ландшафтно-геохимических исследованиях: Люминисцентные и хроматографические методы анализа углеродистых веществ в окружающей среде. Под ред. А. Н. Геннадиева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://rospotrebnadzor.ru/news> – Интернет сайт Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

<http://www.mnr.gov.ru/> – Интернет-сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации

<http://www.rgo.ru/> – Интернет-сайт Русского географического общества

<http://www.epa.gov/> – Интернет-сайт U.S. Environmental Protection Agency

<http://www.fda.gov/default.htm> – Интернет-сайт U.S. Food and Drug Administration

г) методические указания к практическим и/или творческим работам: варианты индивидуальных заданий и указания по их выполнению

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий по курсу "Методы лабораторных и полевых исследований" необходима учебная аудитория, оборудованная проектором для показа презентаций. Для проведения лабораторных практических занятий по курсу "Методы лабораторных и полевых исследований" необходима химическая лаборатория, оборудованная вытяжными шкафами, центральным горячим, холодным водоснабжением и канализацией, шкафами для хранения реактивов, химической посуды, верхней одежды и лабораторными столами для проведения анализов и подготовки образцов. В лабораторное помещение должны быть подведены все проводные коммуникации (электрическая сеть 220 В, телефон), а также должна быть проведена локальная вычислительная сеть с доступом к сети Интернет.

Техническое оснащение лаборатории должно содержать:

- Анализатор "Флюорат -02-03М" с набором кювет и принадлежностей.
- Анализаторы «Эксперт – 001» с набором ионселективных электродов.
- Дозиметр ДКГ-07Д "Дрозд", 1 ед.
- Карманный кондуктометр (определитель чистоты воды) Hanna PWT (HI98308).
- Карманные кондуктометры, рН – метры и термометры.
- Лабораторные аналитические весы аналитические.
- Лабораторные весы технические.
- Спектрофотометр «Спекорд – 4М»

- Спектрофотометр «Эксперт – 003»
- Химическая посуда и химические реактивы.
- Фильтровальные установки.
- Сита с диаметром пор 0,5 мм.
- Фильтровальная бумага, бумажные фильтры красная и синяя лента, мембранные фильтры.
- Дистилляторы и бидистилляторы воды.

Программа одобрена на заседании кафедры рационального природопользования

Зав. кафедрой
профессор, д.г.н.

Слипенчук М.В.

Разработчики:

Горецкая
Александра
Григорьевна

Должность
Преподаватель

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет,
кафедра рационального
природопользования

Горшкова
Ольга
Михайловна

Должность
Старший
научный
сотрудник

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет,
кафедра рационального
природопользования

Эксперт:

Воробьевская
Елена
Леонидовна

Должность
Старший
научный
сотрудник,
к.г.н.

МГУ имени
М.В.Ломоносова,
географический факультет,
кафедра рационального
природопользования