Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Рациональное использование возобновляемых природных ресурсов

Форма обучения: очная

Москва 2023

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 05.04.06 «Экология и природопользование» программы магистратуры

ОС МГУ, утвержденный решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол №7).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** дисциплина «Возобновляемые энергетические ресурсы» относится к вариативной части ОПОП «Рациональное использование возобновляемых природных ресурсов» по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование», является дисциплиной специализации по выбору и изучается во 2 семестре магистратуры.

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** Дисциплина предполагает знание студентами точных, естественно-географических и социально-экономических дисциплин, в том числе она опирается на курсы: Математика, Физика, Экология, Основы общественного производства, Геоэкология с основами экологической политики, Оценка воздействия на окружающую среду, Основы природопользования, Современные проблемы экологии и природопользования, Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании.

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
ПК-2. Способен использовать знания специальных и новых разделов экологии при решении научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	**ПК-2.М.** Использует знания специальных и новых разделов экологии при решении научно-исследовательских и прикладных задач в области рационального использования возобновляемых природных ресурсов.	***Знать:*** преимущества и недостатки массово внедряемых технологий возобновляемой энергетики с точки зрения их воздействия на окружающую среду; способы минимизации воздействия на окружающую среду применяемых технологий. ***Уметь:*** анализировать техническую и экологическую документацию с точки зрения условий и ограничений внедрения технологий возобновляемой энергетики. ***Иметь опыт деятельности:*** в области оценки воздействия объектов возобновляемой энергетики на окружающую среду. ***Владеть:*** навыками анализа спектра технологий возобновляемой энергетики с выявлением особенностей их воздействия на окружающую среду.
МПК-2.	**МПК-2.М.**	***Знать:*** информационные

Способность проводить оценку и мониторинг деградации природных ресурсов, разрабатывать способы снижения экологической нагрузки, разрабатывать меры для обеспечения устойчивого использования природных ресурсов.	Способен проводить оценку и мониторинг деградации природных ресурсов, разрабатывать способы снижения экологической нагрузки, разрабатывать меры для обеспечения устойчивого использования природных ресурсов;	источники и методики региональных оценок ресурсов солнечной, ветровой и биоэнергетики. ***Уметь:*** проводить региональные оценки ресурсной базы и перспектив развития возобновляемой энергетики ***Иметь опыт деятельности:*** в области комплексных оценок ресурсов солнечной, ветровой и биоэнергетики с использованием международных и отечественных баз метеорологических и статистических данных с использованием геоинформационных технологий. ***Владеть:*** навыками подготовки предложений альтернативных технологий производства энергии (в том числе на основе возобновляемых источников энергии) с позиций энергообеспечения, уменьшения ресурсоемкости и повышения энергоэффективности производства.

4. **Объем дисциплины 2** з.е., в том числе **36** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, **36** академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения:** очное обучение

6. **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) ***Виды контактной работы, часы****					**Самостоятельная работа обучающегося** ***Виды самостоятельной работы, часы***		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	**Всего**	Анализ литературы, подготовка рефератов и эссе по заданию преподавателей, письменные контрольные работы, письменное тестирование.	Расчеты, картографирование ресурсов, работа с открытыми базами данных и геоинформационными системами	**Всего**
Раздел 1. География возобновляемых источников энергии	**14**	**6**	**4**			**10**	**4**	**2**	**6**
Тема 1. Возобновляемые энергетические потоки в географической оболочке.		2					2		
Тема 2. Экономика возобновляемой энергетики			2					2	
Тема 3. Энергетические							2		

ресурсы, энергопотребление и роль возобновляемых источников энергии в мировом энергообеспечении.									
Тема 4. Проблемы "энергетического перехода"		**2**							
Тема 5. Возобновляемая энергетика в России - история, география, актуальное состояние и перспективы. Оценка ресурсов и предпосылок развития возобновляемой энергетики в регионах России. Подходы к районированию территории России с точки зрения возобновляемых энергоресурсов и развития возобновляемой энергетики.		**2**							
Форма текущей аттестации по разделу –			2						

устный опрос									
Раздел 2. Технологии возобновляемой энергетики: ресурсные и экологические аспекты	**18**	**4**	**4**			**8**	**6**	**4**	**10**
Тема 1. Технологии солнечной тепловой и электрической энергии.		2							
Тема 2. Методы оценки ресурсов солнечной энергии и производительности станций			2					2	
Тема 3. Технологии ветровой энергетики. Проблема непостоянства и малой плотности потока ветровой энергии.		2							
Тема 4. Методы оценки ресурсов ветровой энергии и производительности станций			**2**					2	
Тема 5. Технологии и экологические аспекты геотермальной и малой гидроэнергетики							2		
Тема 6. Использование энергии океана:							2		

технологии, ресурсы, масштабы внедрения.									
Форма текущей аттестации по разделу – контрольная работа							2		
Раздел 3. Технологии, ресурсы и экологические аспекты биоэнергетики	**14**	**2**	**4**			**6**	**6**	**2**	**8**
Тема 1. Отрасли и технологии биоэнергетики; виды энергетических продуктов из биомассы.		2					2		
Тема 2 Ресурсные и экологические аспекты биоэнергетики			**2**				**0**	2	
Тема 3 Микроводоросли в качестве нетрадиционного возобновляемого сырья для производства биотоплива третьего и четвертого поколений: ресурсные и экологические аспекты.			2				2		
Форма текущей аттестации по разделу – эссе							2		
Раздел 4. Риски в возобновляемой	**10**	**2**	**2**			**4**	**4**	**2**	**6**

энергетике									
Тема 1. Экологические риски при использовании ВИЭ		2					2		
Тема 2. Классификация, оценка и управление рисками в ВЭ.			2					2	
Форма текущей аттестации по разделу – письменный опрос.							2		
Раздел 5. Технологии картографии и геоинформатики в применении к задачам возобновляемой энергетики (ВЭ).	**12**	**4**	**4**			**8**	**2**	**4**	**6**
Тема 1. Геоинформационные системы в оценках ресурсов ВИЭ. Зарубежный и отечественный опыт.		2					2		
Тема 2. Методики региональных оценок ресурсов солнечной, ветровой энергии и энергии биомассы средствами ГИС			2					**2**	
Тема 3. Методики определения оптимального местоположения для		**2**						2	

объектов ВЭ средствами ГИС									
Форма текущей аттестации по разделу – тестирование.			**2**				**0**		
Промежуточная аттестация: зачет	Зачет						**4**		
Итого	**72**	**36**					**36**		

** Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций*

*** Практическая подготовка (при наличии) осуществляется на базе …(указать – структурное подразделение МГУ или организацию (предприятие), практическая подготовка на базе которого осуществляется на основании Договора)*

**** Часы на проведение промежуточной аттестации выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося.*

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. География возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Тема 1. Возобновляемые энергетические потоки в географической оболочке.

Географическая оболочка, природная зональность и возобновляемые источники энергии. Физико-географические и экономико-географические факторы развития возобновляемой энергетики (ВЭ). География различных отраслей возобновляемой энергетики.

Тема 2. Энергетические ресурсы, энергопотребление и роль возобновляемых источников энергии в мировом энергообеспечении.

Установленная мощность и производство энергии от возобновляемых источников (общие показатели и региональный анализ). Страны – лидеры по установленной мощности, развитию технологий и производству оборудования. Стимулы развития возобновляемой энергетики в мире и России.

Тема 3. Экономика возобновляемой энергетики

Характеристики конкурентоспособности энергии от возобновляемых источников. Понятие сетевого паритета. Современные показатели и факторы, влияющие на себестоимость энергии от возобновляемых источников. Ниши оптимального использования возобновляемой энергетики. «Островные» территории как ниши использования ВИЭ. Современные инструменты поддержки возобновляемой энергетики на государственном уровне в мире и России (сравнительный анализ).

Раздел 2. Технологии возобновляемой энергетики: ресурсные и экологические аспекты

Тема 1. Технологии солнечной тепловой и электрической энергетики.

Виды энергетических продуктов, получаемых на солнечных энергетических станциях. Принципы работы тепловых коллекторов и солнечных тепловых электростанций. Типы станций, эффективность и оценки себестоимости энергии. Принципы работы фотоэлектрических модулей различного типа. Технологии производства материалов для фотоэлектрических модулей. Состав солнечных сетевых и автономных станций. Воздействие на окружающую среду на этапах жизненного цикла солнечных фотоэлектрических и тепловых станций.

Тема 2. Методы оценки ресурсов солнечной энергии и производительности станций.

Исходные данные для оценки ресурсов и производительности солнечных станций: точность, временная и пространственная дискретность данных. Наземные наблюдения, спутниковые данные и реанализы как источники данных: сравнительный анализ. Методы расчетов ресурсов, потенциалов и производительности фотоэлектрических установок и станций.

Тема 3. Технологии ветровой энергетики. Проблема непостоянства и малой плотности потока ветровой энергии.

Теоретические основы движения ветроколеса. Закон Жуковского-Бетца. Типы современных ветровых установок. Эффективность ветроустановок различного типа. Наземные и шельфовые ВЭС: эффективность и сравнительный анализ себестоимости электроэнергии. Воздействие на окружающую среду на этапах жизненного цикла ветровых станций: краткий анализ.

Тема 4. Методы оценки ресурсов ветровой энергии и производительности станций.

Исходные данные для оценки ресурсов и производительности ветровых станций: точность, временная и пространственная дискретность данных. Наземные наблюдения, спутниковые данные и реанализы как источники данных: сравнительный анализ. Методы расчетов ресурсов, потенциалов и производительности фотоэлектрических установок и станций.

Тема 5. Технологии и экологические аспекты геотермальной и малой гидроэнергетики.

Классификация станций малой гидроэнергетики (по мощности, наличию плотин, типам водных потоков). Принцип получения энергии в установках малой гидроэнергетики. Воздействие на окружающую среду строительства и эксплуатации гидроэнергетических станций различных мощностей (крупные ГЭС – малые ГЭС).

Технологии получения тепловой и электрической энергии из геотермальных месторождений. Классификация геотермальных источников по энергосодержанию (низко- средне- и высокопотециальные геотермальные источники). Бинарные геотермальные станции. Типы теплоносителей. Проблемы высокой минерализации теплоносителей. Гибридные системы тепло-электроснабжения на основе геотермальных источников. Воздействие на окружающую среду строительства и эксплуатации геотермальных станций. Проблема исчерпания ресурсов геотермальных месторождений.

Тема 6. Использование энергии океана: технологии, ресурсы, масштабы внедрения.

Типы источников энергии в океане: энергия волн, приливов, течений, градиентов солености и температуры. Типы установок для преобразования энергии океанов в полезные виды энергии. Примеры реализованных проектов и проблемы использования энергии океанов.

Раздел 3. Технологии, ресурсы и экологические аспекты биоэнергетики

Тема 1. Отрасли и технологии биоэнергетики; виды энергетических продуктов из биомассы.

Краткая история, предпосылки и современные тенденции развития биоэнергетики. Традиционные виды биомассы для получения энергии.

Методы переработки органических отходов с получением энергии или высокоэффективных биотопливных продуктов:

- термохимические методы (прямое сжигание биомассы, пиролиз, быстрый пиролиз, газификация, гидротермальное сжижение биомассы);
- химические и биохимические методы (ферментативный гидролиз биомассы с получением биоэтанола, биобутанола; метаногенез с получением биогаза (биометана), получение свалочного газа; переэтерификация липидов биомассы с получением биодизеля).

Потенциальная роль биоэнергетики в сокращении выбросов парниковых газов в атмосферу. Производство жидких моторных топлив из биомассы: классификация биотоплив по типу сырья и технологиям производства, пять поколений биотоплив.

Тема 2 Ресурсные и экологические аспекты биоэнергетики

Ресурсы биоэнергетики; биотопливо первого, второго и третьего поколения. Твёрдое, жидкое и газообразное биотопливо. Топливно-энергетические характеристики отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности, сельского хозяйства и твердых коммунальных отходов. Ресурсные и экологические проблемы производства и применения древесных топливных гранул.

Методики оценки энергосодержания отходов; ресурсный, валовый и технические энергетические потенциалы биомассы.

Тема 3 Микроводоросли в качестве нетрадиционного возобновляемого сырья для производства биотоплива третьего, четвертого и пятого поколений: ресурсные и экологические аспекты.

Нетрадиционные виды биомассы для энергетических целей (биомасса микроводорослей, грибов, бактерий). Преимущества биомассы микроводорослей в качестве сырья для производства биотоплив.

Перспективные технологии с участием микроорганизмов: получение биоводорода, топливные элементы и получение электроэнергии.

Технологии получения энергии из нетрадиционных видов биомассы; ценные побочные продукты производства микроводорослей; масштабы производства биомассы микроводорослей в мире.

Особенности получения бионефти и биоугля методом пиролиза микроводорослей. Особенности получения бионефти и биоугля методом гидротермального сжижения микроводорослей.

Использование микроводорослей для утилизации дымовых газов, для производства O_2 и утилизации атмосферного CO_2; для фиторемедиации сточных вод.

Оценка ресурсного потенциала территорий для размещения плантаций микроводорослей.

Раздел 4. Риски в возобновляемой энергетике

Тема 1. Классификация, оценка и управление рисками в ВЭ

Понятие и классификация рисков; риск-менеджмент. Вероятность наступления рискового случая. Этапы оценки рисков. Понятие SWOT – анализа проектов использования ВИЭ.

Факторы рисков на этапах осуществления проектов электростанций на ВИЭ. Субъективный фактор возникновения рисков на энергообъектах ВИЭ.

Различия роли факторов риска в разных отраслях использования ВИЭ (ветроэнергетика, гелиоэнергетика, геотермальная и малая гидроэнергетика, биоэнергетика). Реестр рисков по отраслям возобновляемой энергетики. Географические различия состава и опасностей рисков. Риски объектов возобновляемой энергетики в Арктической зоне РФ.

Связь уровня рисков проекта и инструментов их снижения с объемами и условиями финансирования. Опасности кибератак и кибер-риски в возобновляемой энергетике.

Качественные и количественные методы анализа рисков.

Нефинансовые и финансовые механизмы управления рисками в возобновляемой энергетике. Страхование и новые методы риск-менеджмента в ВЭ.

Влияние государственной поддержки в области ВИЭ на снижение рисков. Сущность и условия Программы Договоров предоставления мощности (ДПМ) в России. Введение в РФ системы «Зеленых сертификатов». Тенденция роста объемов поставки электроэнергии ВИЭ по прямым договорам с потребителями.

Тема 2. Экологические риски в возобновляемой энергетике.

Факторы воздействия объектов возобновляемой энергетики на окружающую среду в течении всего жизненного цикла, включая производство и утилизацию оборудования. Риски возникновения аварийных ситуаций при эксплуатации. Изменения экологических рисков возобновляемой энергетики по мере технологического развития.

Раздел 5. Технологии картографии и геоинформатики в применении к задачам возобновляемой энергетики.

Тема 1. Геоинформационные системы (ГИС) в оценках ресурсов ВИЭ. Зарубежный и отечественный опыт.

Отечественный и зарубежный опыт использования геоинформационных систем в возобновляемой энергетике: цели, задачи, пути развития. Методики оценки и картографического отображения ресурсов солнечной, ветровой энергетики и энергопотенциала отходов биомассы с использованием ГИС-технологий.

Тема 2. Методики региональных оценок ресурсов солнечной, ветровой энергии и энергии биомассы средствами ГИС.

Информационные источники для расчётов и картографирования ресурсов ВИЭ, их форматы и методы обработки данных для работы с ними в среде ГИС. Особенности интерполяции характеристик ветровой и солнечной энергии. Инструменты анализа данных по ресурсам солнечной, ветровой и биоэнергетики в среде ГИС.

Тема 3. Методики определения оптимального местоположения для объектов ВЭ средствами ГИС.

Источники данных о физико-географических, экологических и социально-экономических факторах, влияющих на энергетический потенциал ВИЭ; их форматы и методы обработки данных в среде ГИС. Факторный анализ для определения оптимального местоположения объектов ВЭ средствами ГИС.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

1. Какие страны мира являются лидерами по установленной мощности гидроэлектростанций, почему?
2. Какие регионы мира имеют высокий потенциал: а) ветровой энергии; б) солнечной энергии; в) энергии приливов?
3. Какие основные регионы России и СНГ используют геотермальные источники энергии? Для каких целей используется геотермальная энергия в этих регионах?
4. Почему геотермальные источники относятся к крайне медленно возобновляющимся энергоресурсам? Каковы методы восстановления/ поддержания ресурсов геотермальных месторождений?
5. Каковы экологические последствия использования геотермальных источников энергии? Каковы технологические решения, используемые для минимизации негативного воздействия ГеоТЭС на окружающую среду?
6. Следует ли вводить государственные субсидии и иные меры поддержки для развития всех направления возобновляемой энергетики? Нужно ли создавать (уже сейчас) свободную конкуренцию на рынке для этой отрасли энергетики?
7. Перечислите основные виды воздействия на окружающую среду этапов жизненного цикла ветровой турбины: производство, монтаж.
8. Какими показателями характеризуются ресурсы ветровой энергии?
9. Совпадают ли местоположения существующих на территории России ветроэлектростанций с районами наиболее высоких скоростей ветра? Почему это не всегда так?
10. При каких скоростях ветра энергия не вырабатывается? Совпадает ли скорость ветра при максимальной выработке на ветроэнергетических установках со среднегодовой скоростью ветра?

11. Перечислите основные виды воздействия на окружающую среду этапов жизненного цикла фотоэлектрических модулей: эксплуатация

12. Перечислите основные виды воздействия на окружающую среду этапов жизненного цикла фотоэлектрических модулей: демонтаж, утилизация отходов

13. Проблема использования пищевого сырья для получения биоэтанола и биодизеля. Альтернативные виды биотоплива.

14. Региональный анализ развития современной биоэнергетики.

15. Проблемы использования биоэнергетических ресурсов России. Ниши развития биоэнергетики в России.

16. Что такое энергетические плантации? Какова их роль в восстановлении нарушенных земель?

17. Почему энергоносители растительного происхождения считаются нейтральными по выбросам парникового газа – двуокиси углерода?

18. Какими законодательными мерами можно сдерживать использование пищевого сырья для производства энергии? Привести примеры, в какой стране такие законодательные акты применяются.

19. При метановом сбраживании биомассы в процессе производства биогаза получают ценный побочный продукт, который значительно снижает себестоимость производства. Какой это продукт?

20. Почему в РФ, несмотря на наличие запасов ископаемого топлива, необходимо развивать технологии ВИЭ и, в частности, биоэнергетики?

21. Как используются геоинформацонные технологии в возобновляемой энергетике? Выделите основные задачи, решаемые средствами ГИС.

22. Средствами ГИС определите территории, оптимальные с точки зрения ресурса солнечной/ветровой/биоэнергетики для выбранного региона.

23. Средствами ГИС определите оптимальное местоположение для ветровой электростанции на выбранной территории.

24. Провести SWOT – анализа проектов использования ВИЭ в регионе России (Республика Крым, АЗРФ, Якутия, Калмыкия и др. – по выбору).

25. Реестр основных видов рисков при освоении возобновляемых источников энергии.

26. Составьте реестр рисков проекта ВЭС.

27. Составьте реестр рисков проекта СЭС.

28. Оцените роль страхования в снижении рисков в ВЭ.

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

1. Какие виды энергии могут быть получены из возобновляемых источников? Перечислите преимущества генерации энергии из возобновляемых источников – ресурсные и экологические.

2. Проанализируйте современные мировые темпы роста установленной мощности систем по производству электрической энергии от возобновляемых источников. Какие отрасли возобновляемой энергетики развиваются наиболее динамично, в каких регионах/странах мира?

3. Охарактеризуйте основной недостаток возобновляемых источников энергии – низкую плотность потоков энергии и непостоянство этих потоков (на примере солнечной энергии, ветровой энергии – по выбору).

4. Принципы использования солнечной энергии; методы получения тепловой и электрической энергии. Пассивные и активные системы солнечной энергетики.

5. Принципы использования ветровой энергии; энергетическая эффективность и экологические аспекты использования горизонтально-осевых и вертикально-осевых ВЭУ.

6. Проблема нестационарности потоков солнечной и ветровой энергии.

7. Методы оценки ресурсов солнечной и ветровой энергии.

8. Геоинформационные системы как инструмент оценки ресурсов в возобновляемой энергетике.

9. Геотермальная энергетика: современные технологии; решение проблем сохранения ресурсов источников геотермального флюида и минимизации воздействия на окружающую среду. Комплексное использование геотермальных ресурсов.

10. Малая гидроэнергетика: классификация малых ГЭС; особенности воздействия на окружающую среду; гидроаккумулирующие станции.

11. Какие страны являются лидерами в использовании геотермальной энергии? Почему?

12. Каковы принципы использования энергии волн и приливов?

13. Современные меры поддержки и развития возобновляемой энергетики (законодательство, налоговые льготы и т.д.) в России и за рубежом.

14. Дайте определения возобновляемых источников энергии, (ВИЭ) приведите возможные классификации ВИЭ. Каково принципиальное отличие различных видов ВИЭ с точки зрения генезиса (происхождения)?

15. Кратко охарактеризуйте, какие регионы а) мира б) России потенциально обладают максимальными ресурсами ВИЭ. Какими факторами определяется такое распределение ресурсов?

16. Какие страны мира являются лидерами а) по производству энергии, б) по развитию технологий в области ветровой и геотермальной энергетики?

17. Охарактеризуйте солнечную тепловую энергетику, в том числе солнечные тепловые электростанции: а) принцип действия установок; б) экологические последствия использования.

18. Охарактеризуйте геотермальную энергетику, в том числе: а) принцип действия становок; б) экологические последствия использования.

19. Охарактеризуйте ветровую энергетику, в том числе: а) принцип действия установок; б) экологические последствия использования.

20. Охарактеризуйте солнечную фотоэнергетику, в том числе: а) принцип действия установок; б) экологические последствия использования.

21. Биомасса как возобновляемый источник энергии. Перечислите основные технологии переработки биомассы и какие энергетические продукты при этом получаются?

22. Ресурсные и экологические проблемы производства и применения древесных топливных гранул

23. Какие – на Ваш взгляд – барьеры / специфические условия, существующие в России, препятствуют широкому внедрению технологий возобновляемой энергетики в практику?

24. Решению каких задач способствует использование ГИС-технологий в возобновляемой энергетике?

25. Какие характеристики используются для оценки ресурсов энергии ветра и энергии солнца? Перечислите источники метеорологических данных для территории России, которые могут быть использованы для предварительных оценок ресурсов возобновляемой энергетики.

26. Какие особенности распределения приходящей солнечной радиации/ветровой энергии по территории России являются наиболее характерными? Какие методы можно использовать для преодоления пространственной неоднородности и недостаточности покрытия территории России актинометрическими и метеорологическими измерениями при оценках ресурсов солнечной и ветровой энергии?

27. Каковы принципы оценки воздействия ветроэнергетических установок на фауну? Какие виды воздействия оказывают ветроэнергетические установки на птиц и рукокрылых? Каким особенностям поведения авифауны уделяется отдельное внимание при проектировании ветровых электротанций?

28. Какие факторы влияют на определение оптимального местоположения для объектов ветровой энергетики?

29. Перечислите факторы риска в возобновляемой энергетике.

30. Назовите виды классификаций рисков в использовании ВИЭ.

31. Методы анализа рисков в возобновляемой энергетике.

32. Основные риски в отраслях возобновляемой энергетики и способы их снижения.

33. Охарактеризуйте состав и особенности нефинансовых методов управления рисками в возобновляемой энергетике.

34. Охарактеризуйте состав и особенности финансовых методы управления рисками в возобновляемой энергетике.

35. Сравнить биоэнергетику с другими видами ВЭ (по надёжности получения энергии, территориальному распределению ресурсов, экологическому эффекту использования).

36. Какие биотехнологии используются для получения жидкого моторного топлива? Какие это топлива?

37. В чём заключается социально-экономические предпосылки развития высокотехнологичного биоэнергетического производства в сельской местности?

38. Приведите примеры различных видов биомассы, пригодных для переработки в энергетические продукты.

39. Перечислите основные технологии переработки биомассы, и какие энергетические продукты при этом получаются?

40. Охарактеризуйте известные вам технологии биоэнергетики: а) принцип действия установок; б) экологические последствия использования.

41. Ресурсные и экологические проблемы производства и применения древесных топливных гранул

42. Какие страны являются лидерами в развитии биоэнергетики? Почему?

43. -Что такое микроводоросли? Приведите примеры. Какие способы выращивания микроводорослей вам известны?

44. -Биомасса микроводорослей для производства энергии и сопутствующих продуктов. Что такое биотопливо 1-го, 2-го, 3-го и 4-го поколений?

45. -Сравните урожайность микроводорослей по биомассе и по липидам (маслу) с таковой у традиционных агрокультур.

46. -Какой вид биотоплива производится из липидосодержащей биомассы микроводорослей?

8. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная:

1. Ресурсы возобновляемой энергетики: методы оценки и картографирование / С. В. Киселева, Ю. Ю. Рафикова, Т. И. Андреенко и др. — М.: Изд-во «Наука». 2019. — 194 с. https://www.geogr.msu.ru/structure/labs/vie/files/news/Ресурсы%20возобновляемой%20энергетики.%20Методы%20оценки%20и%20картографирования.pdf

2. Возобновляемая энергетика в контексте регионального развития / Е. И. Голубева, С. В. Киселёва, Н. И. Чернова и др. — Москва: ФГБУ «Издательство «Наука» 2021. — 300 с. .https://www.geogr.msu.ru/structure/labs/vie/files/news/Учебное%20пособие_Возобновляемая%20энергетика.pdf

3. Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России: науч. издание / Т. И. Андреенко, Т. С. Габдерахманова, О. В. Данилова и др. — РХТУ им. Д.И.Менделеева Москва, 2015. — 160 с.

4. Возобновляемые источники энергии: термины и определения / под редакцией Соловьева А.А. и Рустамова Н.А / Т. И. Андреенко, С. В. Киселева, Т. И. Коробкова и др. Москва: Франтера, 2014. — 90 с.

5. Возобновляемые энергоресурсы атмосферы, гидросферы, биосферы: лабораторный практикум / Т. И. Андреенко, М. Ю. Берёзкин, С. И. Зайцев и др. — Университетская книга Москва, 2013. — 156 с.

6. География и рациональное использование возобновляемых источников энергии / под редакцией А.А.Соловьева. Коллективная монография / В. В. Алексеев, Т. И. Андреенко, М. Ю. Березкин и др. — Издательский дом "Энергия" Москва, 2019. — 288 с.

7. Дегтярев К. С., Берёзкин М. Ю., Залиханов А. М. Инвестиционные проекты в возобновляемой энергетике: экономический практикум. Учебное пособие под редакцией профессора А.А. Соловьева. — КДУ Москва, 2018. — 98 с.

8. Фортов В.Е., Попель О.С. Возобновляемая энергетика в современном мире. Учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2015. 450 с.

9. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1985-1986.

б) дополнительная:

1. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика/В.В. Елистратов. – 3-е изд. доп. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. -424 с. Доступно по ссылке: http://elib.spbstu.ru/dl/2/s16-145.pdf/view.

2. Берлянт А.М. Картография: учебник. М.: КДУ, 2010, 328 с. Доступно по ссылке: https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-berlyant-am-kartografiya.pdf

3. Биомасса как источник энергии. Под редакцией Соуфера С., Заборски О. Перевод с англ. М. «Мир», 1985.

4. Дегтярев К. С. Географические факторы развития возобновляемой энергетики // Журнал С.О.К. Сантехника. Отопление. Кондиционирование. (Москва, издатель ИД Медиа Технолоджи). — 2015. — № 6. — С. 86–95. Доступно по ссылке: https://www.c-o-k.ru/articles/geograficheskie-faktory-razvitiya-vozobnovlyaemoy-energetiki.

5. Копылов А.Е. Экономика ВИЭ. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2017.

6.

Е.С. Панаева Биоэнергетика. Мир и Россия. Биогаз: теория и практика. – М.: Русайнс, 2014. – 972 с.

7. Нефедова Л. В., Соловьев А. А. Финансовые методы управления рисками при использовании ВИЭ // Энергетическая политика. — 2020. — № 5 (147). — С. 62–75. Доступно по ссылке: https://lenoblces.ru/2020/06/25/finansovye-metody-upravleniya-riskami-pri-ispolzovanii-vie/

8. НефедоваЛ. В., Соловьев А. А. Риски развития возобновляемой энергетики в России //С.О.К. 2018, № 5.

9. Павлова О.С. Риск-менеджмент на российских энергетических предприятиях// Вестник научно-технического развития.-2011.- № 6 (46).- С. 34-43. Доступно по ссылке: http://www.vntr.ru/ftpgetfile.php?id=527.

10. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям). Под редакцией Безруких П.П., М. «ИАЦ Энергия», 2007, 270 стр. Доступно в библиотеке НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ.

11. Возобновляемая энергетика в России и мире. Информационный доклад Российского энергетического агентства. 2022г. Доступно по ссылке: https://rosenergo.gov.ru/press-center/news/vozobnovlyaemaya-energetika-v-rossii-i-mire/

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем и иных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

1. Ассоциация развития возобновляемой энергетики: https://rreda.ru/
2. ГИС «Возобновляемые источники энергии России» https://gisre.ru/
3. Глобальный атлас возобновляемой энергии https://globalatlas.irena.org/workspace
4. Глобальный атлас ветровой энергии https://globalwindatlas.info/;
5. Глобальный атлас солнечной энергии https://globalsolaratlas.info/map;
6. ГИС Национальной лаборатории возобновляемой энергетики США https://www.nrel.gov/gis/
7. Сайт международного энергетического агентства (IEA), статистические данные: https://www.iea.org/
8. Сайт Федеральной службы государственной статистики https://rosstat.gov.ru/
9. Posadas E, Alcantara C, Garcı´-Encina P A et al. 2017 Microalgae-Based Biofuels and Bioproducts: From Feedstock Cultivation to End-Products Microalgae cultivation in wastewater 3 67-92. https://www.sciencedirect.com/book/9780081010235/microalgae-based-biofuels-and-bioproducts
10. Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance,' IRENA, 2016, Abu Dhabi, 148 pp. https://www.irena.org/publications/2016/Jun/Unlocking-Renewable-Energy-Investment-The-role-of-risk-mitigation-and-structured-finance#:~:text=investors%20and%20financiers.-,Unlocking%20Renewable%20Energy%20Investment%3A%20The%20role%20of%20risk%20mitigation%20and,their%20investments%20in%20renewable%20energy.
11. BP Energy Outlook: https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html
12. BP Statistical Review of World Energy: https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html
13. International Renewable Energy Agency: https://irena.org/
14. NASA Prediction of Worldwide Energy Resource [Электронный ресурс]. – https://power.larc.nasa.gov/

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных и семинарских занятий. Предлагается проведение занятий в научно-исследовательской лаборатории возобновляемых источников энергии географического факультета МГУ (НИЛ ВИЭ) с использованием экспериментальной базы НИЛ для демонстраций и практических занятий.

9. **Язык преподавания: Русский**

10. **Преподаватель (преподаватели):**

1. Киселева Софья Валентиновна

В.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ

Кандидат физико-математических наук; диплом выдан ВАК 27 марта 1991 г., МГУ имени М.В.Ломоносова

2. Андреенко Татьяна Ивановна
   С.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат биологических наук; диплом выдан ВАК, 29 декабря 1975 года. МГУ имени М.В.Ломоносова
3. Дегтярев Кирилл Станиславович
   Н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат географически наук; диплом ВАК, 26 марта 2020, Институт географии РАН.
4. Нефедова Людмила Вениаминовна
   С.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат географически наук; диплом ВАК от 14 декабря 2001 г., МГУ имени М.В.Ломоносова
5. Рафикова Юлия Юрьевна
   С.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат географически наук; диплом ВАК от 05 июля 2016 г., МГУ имени М.В.Ломоносова
6. Чернова Надежда Ивановна
   В.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат биологических наук; диплом ВАК от 05 сентября 19796 г., МГУ имени М.В.Ломоносова.
   Ученое звание: доцент/с.н.с. по специальности № 11.00.11 с 5 декабря 1997 г. (Решение Ученого совета географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова)

11. **Разработчики программы:**

1. Киселева Софья Валентиновна
   В.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат физико-математических наук; диплом выдан ВАК 27 марта 1991 г., МГУ имени М.В.Ломоносова
2. Андреенко Татьяна Ивановна
   С.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат биологических наук; диплом выдан ВАК, 29 декабря 1975 года. МГУ имени М.В.Ломоносова
3. Дегтярев Кирилл Станиславович
   Н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат географически наук; диплом ВАК, 26 марта 2020, Институт географии РАН.
4. Нефедова Людмила Вениаминовна
   С.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат географически наук; диплом ВАК от 14 декабря 2001 г., МГУ имени М.В.Ломоносова
5. Рафикова Юлия Юрьевна
   С.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ
   Кандидат географически наук; диплом ВАК от 05 июля 2016 г., МГУ имени М.В.Ломоносова
6. Чернова Надежда Ивановна
   В.н.с. НИЛ ВИЭ географического факультета МГУ

Кандидат биологических наук; диплом ВАК от 05 сентября 19796 г., МГУ имени М.В.Ломоносова.

Ученое звание: доцент/с.н.с. по специальности № 11.00.11 с 5 декабря 1997 г. (Решение Ученого совета географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова)

12. **Краткая аннотация дисциплины:**

Программа отражает основные вопросы, рассматриваемые в курсе дисциплины «Возобновляемые энергетические ресурсы»: географическое распределение ресурсов возобновляемой энергии, региональные особенности установленных мощностей и производства энергии на основе ВИЭ, экономика и экологические проблемы использования возобновляемых источников энергии. Большое внимание в курсе уделено технологиям современной возобновляемой энергетики; раскрывается терминология отрасли, проводится сравнительный анализ энергетической эффективности отдельных технологий, их рентабельности и ниш экономически выгодного применения, ресурсообеспеченности, методов минимизации воздействия этой отрасли промышленности на окружающую среду. В курсе в качестве одного из методов исследования воздействия на окружающую среду процесса производства и произведенного продукта как такового предлагается метод анализа жизненного цикла продукта. Приводятся примеры практического использования предлагаемого метода. Вводится аппарат исследования и анализируются риски использования ВИЭ. Предлагаются практические занятия, в том числе по картографированию и представлению в геоинформационных системах (ГИС) ресурсов и потенциалов возобновляемых источников энергии. Кратко рассматриваются также основные принятые в мире и России меры государственной поддержки возобновляемой энергетики. В результате освоения курса студенты получают широкую фактологическую базу, позволяющую расширить их профессиональные компетенции; овладевают навыками анализа ресурсов и широкого спектра технологий возобновляемой энергетики, которые могут составить альтернативу традиционно используемым ресурсам с точки зрения ресурсоемкости и экологических характеристик.

Руководитель магистерской программы чл.-корр. РАН С.А. Шоба