

Рабочая программа дисциплины

1. Название дисциплины: "Спектральные методы изучения окружающей среды".
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки: 03.06.01 «Физика и Астрономия». Научная специальность: 01.04.05, 01.04.21.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: курс относится к дисциплинам научной специальности вариативной части Блока 1, по результатам освоения которых обучающиеся сдают кандидатский экзамен по научной специальности.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1	<i>З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области физики и спектральных методов изучения окружающей среды.</i> <i>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при спектральных исследованиях окружающей среды.</i> <i>В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и</i>

	<p><i>практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (дистанционное зондирование Земли, экологический мониторинг, биомедицинские исследования).</i></p>
УК-3	<p><i>З1 (УК-3) Знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах в области физики и спектральных методов изучения окружающей среды.</i></p> <p><i>У1 (УК-3) Уметь следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области физики и спектральных методов изучения окружающей среды.</i></p> <p><i>В1 (УК-3) Владеть навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области физики и спектральных методов изучения окружающей сред.</i></p>
УК-5	<p><i>З1 (УК-5) Знать содержание процесса целеполагания профессионального и</i></p>

	<p>личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере применения спектральных методов анализа окружающей среды.</p> <p><i>У1 (УК-5) Уметь</i> формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере применения спектральных методов анализа окружающей среды.</p> <p><i>В1 (УК-5) Владеть</i> приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач в сфере применения спектральных методов анализа окружающей среды.</p>
ОПК-1	<p><i>Знать</i> физические принципы основных методов спектральных исследований окружающей среды.</p> <p><i>Уметь</i> применять физические теории к описанию соответствующих методов спектральных исследований окружающей среды.</p> <p><i>Владеть</i> методиками построения моделей, описывающих методы спектральных исследований окружающей среды.</p>

						занятия и др)*				
<i>Тема 1. Излучение и поглощение света изолированными и взаимодействующими атомами и молекулами. Источники света. Физические основы методов и техники спектроскопии. Основы абсорбционной спектроскопии.</i>	10	4			2		6	2	2	4
<i>Тема 2. Спектроскопия отражения (взаимодействие света с поверхностью: отражение, преломление, зеркальное рассеяние, диффузное рассеяние; техника измерения спектров диффузного рассеяния). Спектры поглощения растительных пигментов и основных</i>	8	4					4	2	2	4

<i>хромофоров микроорганизмов.</i>										
<i>Тема 3. Основы флуоресцентной спектроскопии. Измерение квантового выхода люминесценции. Корректировка спектральной чувствительности флуориметра. Механизмы тушения флуоресценции. Проявления в спектрально- люминесцентных свойствах взаимодействия хромофоров. Флуоресценция белков и живых клеток микроорганизмов. Флуоресцентная диагностика природной воды: растворенное и коллоидное органическое вещество, сложные биомолекулы, мониторинг загрязнений в воде.</i>	20	8	4		2	2	16	4		4
<i>Тема 4. Методы</i>	9	4					4	2	3	5

<p>колебательной спектроскопии. Спектроскопия комбинационного рассеяния: основы, применение в океанографии, геологии, химии и биомедицинских исследованиях.</p>										
<p>Тема 5. Особенности лазерного возбуждения спектров флуоресценции. Нелинейная лазерная флуориметрия (спектроскопия насыщения флуоресценции). Измерение времени жизни возбужденных состояний атомов и молекул. Применения кинетической спектроскопии.</p>	10	4			2		6	2	2	4
<p>Тема 6. Основы дистанционного лазерного зондирования, лидарные</p>	15	6	2	2		2	12	3		3

<i>системы и их применение для экологического мониторинга. Лазерная спектроскопия нефтяных загрязнений.</i>										
Промежуточная аттестация							36			
Итого	108	30	6	2	6	4	48	51	9	60

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине.

Практическая самостоятельная работа аспиранта проводится в виде самостоятельной проработки тем дисциплины по предложенным аспирантам учебным материалам (см. в п.12 перечень основной и дополнительной учебной литературы, а также перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»). Текущий контроль осуществляется путем индивидуального обсуждения с преподавателем выполненного ПСР или путем групповой дискуссии в группе аспирантов при участии преподавателя. Типовые задания для ПСР определяются списком вопросов и заданий по курсу, приведенным в п.12:

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания				ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ *
	2	3	4	5	
<i>З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки</i>	<i>Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки</i>	<i>Общие, но не структурированные знания методов критического анализа</i>	<i>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных</i>	<i>Сформированные систематические знания методов критического</i>	<i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на</i>

<p>современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области физики и спектральных методов изучения окружающей среды.</p>	<p>современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.</p>	<p>анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных</p>	<p>вопросы, рейтинг</p>
<p>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов при спектральных исследованиях окружающей среды.</p>	<p>Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов</p>	<p>В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей и реализации этих вариантов</p>	<p>В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей и реализации этих вариантов</p>	<p>Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и</p>	<p>Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

<p>практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (дистанционное зондирование Земли, экологический мониторинг, биомедицинские исследования).</p>	<p>исследовательских и практических задач</p>	<p>исследовательских и практических задач</p>	<p>при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	
<p>З1 (УК-3) Знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах в области физики и спектральных методов изучения окружающей среды.</p>	<p>Фрагментарные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме</p>	<p>Неполные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме, при работе в российских и международных коллективах</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</p>	<p>Сформированные и систематические знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>У1 (УК-3) Уметь следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских</p>	<p>Фрагментарное следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении при работе в</p>	<p>Успешное и систематическое следование нормам, принятым в научном общении, для успешной работы в российских и</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области физики и спектральных методов изучения окружающей среды.	коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	
В1 (УК-3) Владеть навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области физики и спектральных методов изучения окружающей среды.	Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
З1 (УК-5) Знать содержание процесса целеполагания	Допускает существенные ошибки при раскрытии	Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания,	Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания,	Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на

<p>профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере применения спектральных методов анализа окружающей среды.</p>	<p>содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации.</p>	<p>некоторых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях.</p>	<p>отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>вопросы, рейтинг</p>
<p>У1 (УК-5) Уметь формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере применения спектральных</p>	<p>Имея базовые представления о тенденциях развития профессиональной деятельности и этапах профессионального роста, не способен сформулировать цели профессионального и личностного развития.</p>	<p>При формулировке целей профессионального и личностного развития не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностные особенности.</p>	<p>Формулирует цели личностного и профессионального развития, исходя из тенденций развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной социализации.</p>	<p>Готов и умеет формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

методов анализа окружающей среды.					
В1 (УК-5) Владеть приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач в сфере применения спектральных методов анализа окружающей среды.	Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, допуская ошибки при выборе приемов и технологий и их реализации.	Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения.	Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения.	Демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения.	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
ОПК-1. Знать физические принципы основных методов спектральных исследований окружающей среды.	Допускает существенные ошибки при описании соответствующих методов.	Допускает отдельные ошибки при описании соответствующих методов.	Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов в стандартных ситуациях.	Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов нестандартных ситуациях.	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
ОПК-1. Уметь применять физические теории к описанию соответствующих методов спектральных исследований	Допускает существенные ошибки при применении соответствующих методов.	Допускает отдельные ошибки при применении соответствующих методов.	Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих методов в стандартных ситуациях.	Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих методов нестандартных ситуациях.	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг

<i>окружающей среды.</i>					
ОПК-1. Владеет методиками построения моделей, описывающих методы спектральных исследований окружающей среды.	Допускает существенные ошибки при использовании соответствующих методов.	Допускает отдельные ошибки при использовании соответствующих методов.	Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих методов в стандартных ситуациях.	Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих методов нестандартных ситуациях.	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы и задания по курсу:

По теоретической части:

1. *Какие диапазоны длин волн электромагнитного излучения относят к оптическому диапазону?*
2. *Перечислите особенности взаимодействия электромагнитного излучения оптического диапазона с веществом.*
3. *Назовите основные спектральные методы исследования окружающей среды.*
4. *Запишите закон Бугера-Ламберта-Бэра в дифференциальной и интегральной форме и перечислите условия его выполнимости.*
5. *Приведите примеры спектров поглощения света ультрафиолетового и видимого диапазона пигментами растительной ткани и микроорганизмов.*
6. *Напишите соотношения между различными единицами измерения интенсивности света.*
7. *Дайте определение мультиплетности энергетического уровня*
8. *Привести классификацию люминесценции по способам ее возбуждения.*
9. *Нарисуйте упрощенную схему Яблонского для описания энергетических переходов в сложных молекулах.*
10. *Что такое фосфоресценция? В чем ее отличие от флуоресценции?*
11. *Перечислите основные эмпирические законы фотолюминесценции. Всегда ли они выполняются?*
12. *Что называют спектром возбуждения люминесценции?*
13. *Расскажите о спектрах поглощения и флуоресценции основных флуорофоров живых клеток.*
14. *Каким образом взаимодействия хромофоров проявляются в спектрально-люминесцентных свойствах?*
15. *Перечислите механизмы тушения люминесценции и экспериментальные способы их различения.*
16. *Расскажите о флуоресцентной диагностике гуминовых веществ и мониторинге загрязнений в природной воде.*
17. *Опишите основные методы колебательной спектроскопии.*

18. Получите теоретические зависимости, связывающие интенсивность флуоресценции и плотность потока возбуждающего излучения для разных режимов насыщения флуоресценции при импульсном возбуждении.
19. Приведите примеры применения спектральных методов в океанографии, геологии, химии и биомедицинских исследованиях.
20. Что такое лидар? Нарисуйте основные оптические схемы лидарных установок.
21. Расскажите о применении лидарных систем для экологического мониторинга.
22. Перечислите способы дистанционного измерения толщины нефтяной пленки на поверхности воды.
23. Какие методы определения нефтепродуктов в пробах почвы и воды вы знаете?
24. Расскажите об основных оптических методах обнаружения и картирования нефтяных загрязнений на поверхности океана.
25. Опишите методы обработки данных спутникового дистанционного зондирования.

По методической части

1. Перечислите основные спектральные методы исследования окружающей среды
 2. Назовите основные преимущества спектрально-оптических методов.
 3. Опишите метод измерения оптической плотности для жидких и для твердых образцов.
 4. Каковы составные части и функциональные особенности аппаратуры для абсорбционной спектроскопии?
 5. Опишите технику измерения спектров диффузного рассеяния.
 6. Нарисуй блок-схему люминесцентного спектрометра с ламповым возбуждением.
 7. Опишите метод измерения квантового выхода флуоресценции.
 8. В чем заключается методика измерения времени жизни возбужденного состояния?
 9. Расскажите о способах корректировки спектральной чувствительности флуориметра.
 10. Как на практике можно отличить люминесценцию от комбинационного рассеяния света молекулами растворителя.
 11. Перечислите основные направления применения люминесцентных измерений в дистанционном зондировании атмосферы и океана.
 12. Какова методика бесконтактного определения состава многокомпонентных жидких сред?
 13. Перечислите основные особенности лазерного возбуждения спектров флуоресценции. Нелинейная лазерная флуориметрия (спектроскопия насыщения флуоресценции)
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения
Презентации методических материалов к основным разделам и темам дисциплины. Доступны для обучающихся на сайте научной группы после изложения соответствующего раздела дисциплины.

12. Ресурсное обеспечение:

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

1. Lakowicz, J.R. *Principles of Fluorescence Spectroscopy*, 3rd edition. Springer. 2006, – 954 p. Имеется русский перевод более раннего издания: Лакович Дж. *Основы флуоресцентной спектроскопии* (пер. с англ. под ред. М.Г. Кузьмина). М: Мир, 1986. – 496 с.
2. Valeur, B. *Molecular Fluorescence: Principles and Applications*. Wiley-VCH Verlag GmbH. 2001. – 381 p.
3. Шмидт В. *Оптическая спектроскопия для химиков и биологов* М: Техносфера, 2007. – 368 с.
4. Лёвшин Л.В., Салецкий А.М. *Люминесценция и её измерения.* / М: Изд-во Моск. Ун-та, 1989. – 272 с.
5. Межерис Р. *Лазерное дистанционное зондирование* (пер. с англ. под ред. А.Б. Карасёва). М.: Мир, 1987. – 550 с.
6. *Аналитическая лазерная спектроскопия* / Под ред. Н. Оменетто (пер. с англ. под ред. Ю.Я. Кузякова). М: Мир, 1982. – 606 с.
7. Демтрёдер В.. *Лазерная спектроскопия. Основные принципы и техника эксперимента* (пер. с англ. под ред. И.И. Собельмана). М.: Наука, 1985. – 607 с.
8. Пацаева С.В., Южаков В.И. *Электронные спектры сложных молекул. Спецпрактикум кафедры общей физики. Часть I: Теория.* М: МГУ, 2010. *Часть II: Экспериментальные задания.* М: МГУ: 2015 (электронные издания).
9. Пацаева С.В., Доленко Т.А., Буриков С.А., Южаков В.И. *Дистанционное определение содержания органических растворителей в бинарных смесях методом спектроскопии комбинационного рассеяния. Оптика атмосферы и океана, 2014, том 27, № 4, с. 284-290.*
10. Гостева О., Изосимов А., Пацаева С., Южаков В., Якименко О., *Флуоресценция водных растворов промышленных гуминовых препаратов, Журнал прикладной спектроскопии, 2011, том. 78, № 6, с. 943–950.*
11. Krasnova E., Kharcheva A., Milyutina I., Voronov D., Patsaeva S. *Study of microbial communities in redox zone of meromictic lakes isolated from the white sea using spectral and molecular methods. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2015, Vol. 95, No 8.*
12. Kharcheva A., Krasnova E., Voronov D., Patsaeva S. *Spectroscopic study of the microbial community in chemocline zones of relic meromictic lakes separating from the White sea. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2015, vol. 9448, pp. 94480I–1–94480I–11.*
13. Kharcheva A.V., Ivanov A.V., Borisova N.E., Kaminskaya T.P., Patsaeva S.V., Popov V.V., Yuzhakov V.I. *Luminescent solutions and films of new europium complexes with chelating ligands. Proceedings of SPIE, 2015, Vol. 9448, № 944813.*
14. Khundzhua D., Patsaeva S., Terekhova V., Yuzhakov V. *Spectral characterization of fungal metabolites in aqueous medium with humus substances. Journal of Spectroscopy, 2013, Article ID 538608, pp. 1–7.*
15. Милюков А.С., Пацаева С.В., Южаков В.И. Ростовцева Е.Л. *Спектроскопическое исследование культуры пурпурных серных бактерий Chromatium sp. в водной среде. Вестник Московского университета. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2007. № 3. С. 46-49.*
16. Sighicelli M., Colao F., Lai A., Patsaeva S. *Monitoring post-harvest orange fruit disease by fluorescence and reflectance hyperspectral imaging. Acta Horticulturae, 2009, 817:277-284.*
17. Калмацкая О., Левыкина И., Пацаева С., Караваев В., Южаков В. *Флуоресценция листьев бобов, выращенных при пониженной освещенности. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика, астрономия, 2013, № 6, с. 31–34.*

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
 1. Сайт научной группы: <http://genphys.phys.msu.ru/rus/sci/spectroscopy/index.html>
 2. Международный образовательный проект по изучению методов дистанционного зондирования: <http://www.seos-project.eu/home.html>
 3. Сайт Федерального космического агентства (Роскосмоса): <http://www.federalspace.ru/356/>
 4. Сайт Европейской ассоциации лабораторий дистанционного зондирования (EARSeL): <http://www.earsel.org>, <http://www.earsel.org/SIG/ET/topics.php>
 5. Образовательные ресурсы Европейского космического агентства (ESA): <http://www.esa.int/esaEO/index.html>
 6. Сайт Международного общества по изучению гуминовых веществ: <http://www.humicsubstances.org/>
 7. Образовательные ресурсы Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA): <http://science.nasa.gov/>
 8. Сайт журнала «Квантовая электроника»: <http://www.quantum-electron.ru>
 9. Сайт журнала EARSeL eProceedings: <http://www.e proceedings.org/>

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Программное обеспечение спектрофлуориметра Solar CM2203 и спектрофотометра Unicо.

- Описание материально-технической базы.

Проекционное оборудование, ноутбук и маркерная доска.

Спектрофотометр Unicо.

Спектрофлуориметр Solar CM2203.

Персональные компьютеры для анализа и обработки спектральных данных.

13. Язык преподавания. *Русский.*

14. Преподаватель (преподаватели). *Пацаева Светлана Викторовна, старший преподаватель, кандидат физ.-мат. наук, кафедра общей физики.*