

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики
Департамент электронной инженерии

Программа дисциплины
Оптические и микроволновые линии связи и их элементная база

для образовательной программы «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направления: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
уровень - бакалавр

Разработчик программы
Елизаров Андрей Альбертович, д.т.н., профессор, a.yelizarov@hse.ru

Одобрена на заседании департамента электронной инженерии «2» июня 2016 г
Руководитель департамента Б.Г. Львов _____

Рекомендована Академическим советом образовательной программы
«__» _____ 2016 г., № протокола _____

Утверждена «__» _____ 2016 г.
Академический руководитель образовательной программы

Назаров И.В. _____

Москва, 2016

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями
университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.*



1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки / специальности 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», для подготовки бакалавров, изучающих дисциплину «Оптические и микроволновые линии связи и их элементная база».

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению подготовки 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи";
- Образовательной программой 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" подготовки бакалавра;
- Рабочим учебным планом университета по направлению 11.03.02. "Инфокоммуникационные технологии и системы связи", утвержденным в 2016 г.

2. Цели освоения дисциплины

Курс является вариативной дисциплиной для студентов по направлению 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Основной целью дисциплины является обучение студентов основам электродинамики и линий передачи, общей теории распространения электромагнитных волн в направляющих электродинамических системах оптического и микроволнового диапазонов. Полученные знания должны составить основу для изучения других дисциплин.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать место и роль современных линий связи в развитии передовых отраслей науки и техники;
- основные законы электродинамики;
- особенности структуры электромагнитных полей, распространяющихся в различных средах;
- современные микроволновые линии связи на основе волноводных, коаксиальных, микрополосковых структур;
- современные оптические линии связи на основе диэлектрических волноводов, световодов и оптоволоконных структур;
- математическое моделирование электромагнитных полей;
- теорию волновых процессов, дифракции и излучения электромагнитных волн;
- основные конструкции, параметры и характеристики микроволновых и оптических электродинамических систем.
- компьютерное программное обеспечения для решения основных задач электродинамики и линий связи;



- тенденции и перспективы применения электродинамики, микроволновых и оптических линий в смежных областях науки и техники.
- Уметь планировать и осуществлять свою деятельность с учетом анализа социальной информации;
- выполнять компьютерное моделирование электромагнитных полей для различных технических задач;
- проводить расчеты по моделированию и проектированию микроволновых и оптических электродинамических систем;
- проводить экспериментальные исследования по распространению электромагнитных полей в различных конструкциях электродинамических систем;
- определять параметры и характеристики микроволновых и оптических линий связи;
- использовать современные информационные и компьютерные технологии, способствующие повышению эффективности научной деятельности;
- прогнозировать и анализировать экономические и экологические последствия новых технических решений.
- Иметь навыки (приобрести опыт) письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- работы с научно-технической документацией;
- работы по методам компьютерного моделирования распространения электромагнитных полей в различных конструкциях электродинамических систем;
- по методам, обеспечивающим безопасность эксплуатации микроволновых и оптических линий связи;
- использования специализированных программ по расчету и моделированию электродинамических систем;
- по методам измерений параметров линий связи с использованием современного метрологического оборудования.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен понимать освоенные способы деятельности	ОК-1	способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень	Самостоятельная работа, реферат, домашнее задание.
Способен анализировать, верифицировать, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности	ОК-2	способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования распространения электромагнитных полей в различных электродинамических системах, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности	Лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная работа с литературой, написание домашнего задания, практики работы с текстами, практика анализа индивидуальных случаев, практика моделирования консультативных и психотерапевтических решений в проблемных жизненных ситуациях



Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности	ПК-1	способностью использовать результаты освоения теории и практики распространения электромагнитных волн	Практические занятия с компонентом самостоятельного моделирования
Способен использовать конкретные концепции, модели, методы, способы и инструменты работы для решения комплексных задач в научно-исследовательских организациях.	ПК-3	способностью понимать основные проблемы в предметной области расчета и анализа электродинамических задач, выбирать методы и средства их решения	Лекционные занятия, практические занятия, реферат
Способен к осознанному выбору стратегий принятия научно-технических решений	ПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	Интерактивное обучение, приемы самоанализа персональной позиции в учебной группе
Способен участвовать в разрешении мировоззренческих, социальных и лично значимых проблем	ПК-6	готовностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы по исследованию распространения электромагнитных полей в различных конструкциях микроволновых и оптических линий связи	Практические занятия

4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла с направленностью на формирование высокой профессиональной культуры разработчика, конструктора, технолога и организатора проектирования и производства (управленца). Дисциплина «Оптические и микроволновые линии связи и их элементная база» используется для выполнения ВКР и в дальнейшей трудовой, научно-исследовательской деятельности.

Настоящая дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин и блоку дисциплин, обеспечивающих подготовку бакалавра.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Теоретический курс физики, математики и математической физики.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Знать теоретический курс физики;
- Иметь навыки работы на компьютере и применения универсальных пакетов прикладных программ для расчета математических и физических задач;
- Владеть методами математической физики.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.



5. Тематический план учебной дисциплины

[Таблица для дисциплин, закрепленных за одной кафедрой]

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	<i>Модуль 1. Оптические и микроволновые линии связи</i>	242	28		8	192
1.1	Общие вопросы распространения электромагнитных волн в направляющих системах. Классификация типов волн, распространяющихся по линиям связи микроволнового и оптического диапазонов.		3	1	1	24
1.2	Электромагнитное поле свободных волн в линиях связи. Эквивалентные параметры линии, режимы ее работы.		4	2	1	24
1.3	Односвязные закрытые линии передачи.		3	1	1	24
1.4	Многосвязные линии передачи.		3	1	1	24
1.5	Открытые линии передачи.		4	2	1	24
1.6	Вынужденные колебания и волны в линиях связи.		4	2	1	24
1.7	Нерегулярные линии передачи.		3	1	1	24
1.8	Численные методы и программы моделирования внутренних задач электродинамики направляющих систем.		4	4	1	24
	ИТОГО	242	28	14	8	192

6. Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 модуль	Параметры
Итоговый	Экзамен		Устный экзамен

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Критерии оценки работы на практических занятиях: знание материала, умение излагать материал, умение дополнять ответы, умение задавать существенные вопросы и формулировать проблему, умение готовить и презентовать доклады, посещаемость.

Критерии оценки ответа на экзамене: наличие сданных лабораторных работ, коллоквиума наличие сданного вовремя домашнего задания и реферата, знание материала



(суть, основные теории, подходы, методы, устройства, технологии), умение выделить существенное, умение логически и аргументировано излагать материал.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Критерии оценки ответа на экзамене

(наличие зачета, наличие сданного вовремя эссе, знание материала (суть, основные теории, подходы, методы, критика), умение выделить существенное, умение логически и аргументировано излагать материал)

Оценка	Критерии
«Отлично»: 10	Данная оценка может быть выставлена только при условии соответствия ответа всем предъявляемым требованиям и высшей оценки по всем критериям.
«Отлично»: 9, 8	Данные оценки могут быть выставлены только при условии соответствия ответа всем предъявляемым требованиям и высокой оценке по всем критериям.
«Хорошо»: 7, 6	«7» - данная оценка может быть выставлена только при условии полного соответствия ответа 4 из 5 предъявляемым критериям и 1 критерий может быть выполнен частично. «6» - данная оценка может быть выставлена только при условии полного соответствия ответа 3 предъявляемым критериям.
«Удовлетворительно»: 5, 4	«5» - данная оценка может быть выставлена только при условии полного соответствия зачетной работы 2 предъявляемым критериям и 2 критерия могут быть выполнены частично. «4» - данная оценка может быть выставлена только при условии полного соответствия зачетной работы 2 предъявляемым критериям.
«Неудовлетворительно»: 3, 2, 1	Ответ не соответствует большинству предъявляемых критериев
«Ответ не принимается»: 0	Экзамен не сдан.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

6.2. Порядок формирования оценок по дисциплине

Оценки по дисциплине «Оптические и микроволновые линии связи и их элементная база» формируются согласно «Положению об организации промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости студентов Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», утвержденному ученым советом НИУ ВШЭ №5 от 27 июня 2014 г. в приложении к приказу от 19.08.2014 № 6.18.1-01/1908-02.

Преподаватель оценивает работу студента на практических занятиях, уровень посещаемости лекционных и практических занятий, ответ студента на итоговом экзамене.

Критерии оценки работы на практических занятиях: знание материала, умение излагать материал, умение дополнять ответы, умение задавать существенные вопросы и формулировать проблему, умение готовить и презентовать доклады, посещаемость. Оценки за работу на практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за работу на практических занятиях определяется перед итоговым контролем.



Критерии оценки самостоятельной работы: умение найти в отечественной и зарубежной литературе и выделить наиболее важные работы по теме, наиболее полные и современные работы по теме; умение структурировать изложение темы, уровень владения понятиями. Оценки за самостоятельную работу студента преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за самостоятельную работу определяется перед итоговым контролем.

Критерии оценки ответа на экзамене: наличие промежуточного зачета, знание материала (суть, основные теории, подходы, методы, критика), умение выделить существенное, умение логически и аргументировано излагать материал.

Формулы для расчета результирующей оценки за итоговый контроль в форме экзамена выставляются по формулам, приведенным в таблице 1 приложения:

$$O_{\text{накопленная}} = k_1 \cdot O_{\text{текущий}} + k_2 \cdot O_{\text{ауд}} + k_3 \cdot O_{\text{сам.работа}}, \text{ где } k_1=0; k_2 = 0,6; k_3 = 0,4.$$

$$O_{\text{результ}} = q_1 \cdot O_{\text{итог.контроль}} + q_2 \cdot O_{\text{накопленная}}, \text{ где } q_1 = q_2 = 0,5$$

7. Содержание дисциплины

7.1. Модуль 1. «Оптические и микроволновые линии связи и их элементная база».

Лекции – 28 часов, семинары – 14 часов, практические занятия - 8 часов, самостоятельная работа - 192 часа.

Раздел 1.1 Общие вопросы распространения электромагнитных волн в направляющих системах. Классификация типов волн, распространяющихся по линиям связи микроволнового и оптического диапазонов.

Классификация линий связи. Распространение волн между двумя параллельными плоскостями. Скалярные уравнения Гельмгольца для линии передачи. Общее решение трехмерного уравнения Гельмгольца. Дисперсия в линиях передачи. Явление отсечки.

Раздел 1.2 Электромагнитное поле свободных волн в линиях связи. Эквивалентные параметры линии, режимы ее работы.

Общие свойства электромагнитного поля в линиях связи. Передаваемая мощность. Условия на границе раздела сред. Затухание электромагнитных волн в линиях передачи. Ортогональность волн в линиях передачи.

Эквивалентные параметры линии связи. Коэффициенты отражения и стоячей волны. Входное сопротивление линии связи. Круговая номограмма полных сопротивлений. Основные режимы работы линии передачи. Согласование в линиях связи.

Раздел 1.3 Односвязные закрытые линии передачи.

Линии связи на основе прямоугольных волноводов. Линии связи на основе круглых и эллиптических волноводов. Линии на основе волноводов со сложной формой поперечного сечения.



Раздел 1.4 Многосвязные линии передачи.

Основные свойства Т-волн. Нормальные Т-волны. Передаваемая мощность и затухание. Двухпроводная симметричная линия связи. Коаксиальная линия передачи. Радиальная линия передачи. Полосковые и микрополосковые линии передачи. Щелевые линии передачи.

Раздел 1.5 Открытые линии передачи.

Общие свойства диэлектрических волноводов. Плоский диэлектрический волновод. Круглый диэлектрический волновод. Структура и параметры диэлектрических волноводов. Световоды. Квазиоптические линии связи.

Раздел 1.6 Вынужденные колебания и волны в линиях связи.

Возбуждение волн в волноводах. Элементы возбуждения. Расчет вынужденных колебаний и волн в линиях связи.

Раздел 1.7 Нерегулярные линии передачи и их применение.

Основы теории возмущений. Неоднородности в линиях передачи. Диафрагмы. Резонансные окна. Разветвления. Устройства широкополосного согласования. Направленные ответвители. Мостовые устройства. Области применения резонансных отрезков линий передачи.

Раздел 1.8 Численные методы и программы решения внутренних задач электродинамики волноведущих и направляющих систем.

Постановка задач и методы их решения. Основные классы внутренних задач электродинамики и их математическая формулировка. Методы дискретизации и решения матричных задач. Программы численного решения внутренних задач электродинамики волноведущих и направляющих систем.

Литература к Модулю 1

Раздел 10 (1-5, 1-12)

8. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы по данной дисциплине используются следующие образовательные технологии: лекции, решение практических задач и диалоги со студентами. Благодаря диалогу, бакалавры получают возможность осваивать способы преломления концептуальных моделей и теоретических категорий в практику самопознания и консультирования.

9. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

9.1 Темы семинаров (14 часов)

С – (1-2) – Основные свойства сверхвысокочастотного и оптического диапазонов длин волн. Применение передающих линий и колебательных систем на сверхвысоких



частотах и в оптическом диапазоне. Недостатки обычных передающих линий и колебательных контуров при увеличении частоты. Общие вопросы линий связи.

С - (3-4) – Метод решения волнового уравнения для произвольной передающей линии. Критическая длина волны. Фазовая скорость и длина волны в микроволновых и оптических линиях передач. Дисперсия в микроволновых и оптических линиях передач. Групповая скорость и скорость перемещения энергии. Вывод выражения для групповой скорости.

С - (5-6) – Волны типа Е и Н в прямоугольном волноводе. Составляющие поля Е и Н в прямоугольном волноводе. Структура поля волн типа Е и Н в прямоугольном волноводе.

С - (7-8) – Волны типа Е и Н в круглом волноводе. Составляющие поля Е и Н в круглом волноводе. Структура и эпюры поля волн типа Е и Н в круглом волноводе.

С - (9-10) – Волноводные линии связи. Передача энергии по волноводам. Пробивное напряжение и потери в волноводах.

С - (11-12) - Основные свойства Т-волн. Нормальные Т-волны. Передаваемая мощность и затухание. Двухпроводная симметричная линия связи. Коаксиальная линия передачи. Радиальная линия передачи. Полосковые и микрополосковые линии передачи. Щелевые линии передачи.

С - (13-14) – Диафрагмы в линиях передачи. Резонансные окна. Согласование, холостой ход и короткое замыкание линии передачи. Коэффициент отражения и свойства стоячих волн. Согласование передающих микроволновых и оптических линий.

9.2 Темы практических занятий (8 часов)

1. ПЗ – (1-2) - Изучение панорамного измерителя КСВН типа Р2-62.
2. ПЗ – (3-4) - Экспериментальное исследование измерительной линии.
3. ПЗ – (5-6) - Экспериментальное исследование призматического резонатора.
4. ПЗ – (7-8) - Экспериментальное исследование и градуировка резонансного волномера и аттенюатора.

9.3 Самостоятельная работа (192 часа)

1. Взаимные устройства. Двухполюсники. Простейшие четырехполюсники. Фильтры. Устройства широкополосного согласования. Шестиполюсники. Направленные ответвители. Мостовые устройства. – 24 часа;
2. Методы анализа многополюсников. Основные свойства матриц рассеяния. Симметричные многополюсники. Метод спектрального разложения. Метод декомпозиции. Численные методы и компьютерный анализ многополюсников. – 24 часа;
3. Ферритовые устройства. Магнитные свойства ферритовых материалов. Фазовращатели. Вентили. Циркуляторы. Управляемые фильтры. Устройства на магнитостатических волнах. - 24 часа;



4. Общие свойства диэлектрических волноводов. Гибридные электромагнитные волны. Плоский диэлектрический волновод – 24 часа;
5. Круглый диэлектрический волновод. Структура поля волн ЕН в круглом диэлектрическом волноводе – 24 часа;
6. Волоконные диэлектрические волноводы (световоды). Пленочные световоды. Волны в диэлектрических трубках – 24 часа;
7. Квазиоптические линии связи. Линзовая линия. Зеркальная линия – 24 часа;
8. Периодические структуры с замедленными электромагнитными волнами. Метаматериалы в микроволновой технике и оптических линиях связи – 24 часа.

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература к Модулю 1

Базовые учебники

1. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника. Изд-во «Лань», 2007.
2. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика. М.: Радио и связь. 2000.
3. Ефимов И.Е., Останькович Г.А. Радиочастотные линии передачи. М: Связь, 1977.
4. Глазер В. Световодная техника. М.: Энергоатомиздат, 1985.
5. Оптические устройства в радиотехнике / под ред. Ушакова В.Н. – М.: Изд.-во «Радиотехника», 2009.

Дополнительные учебники и учебные пособия

1. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2003.
2. Филиппов В.С. Введение в классическую электродинамику. М.: Сайнс пресс, 2002.
3. Кугушев А.М., Голубева Н.С., Митрохин В.Н. Основы радиоэлектроники. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.
4. Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика. М.: Связь, 2003.
5. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. М.: Радио и связь, 1989.
6. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение электромагнитных волн. М.: Наука, 1989.
7. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ, том 1. Изд-во «Высшая школа», Москва, 1972.
8. Сазонов Д.М., Гридин А.Н., Мишустин Б.А. Устройства СВЧ. М.: Высшая школа, 1981.
9. Силин Р.А. Периодические волноводы. М.: Фазис, 2002.
10. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. М.: Сайрус Системс, 1999.



11. Волноводная оптоэлектроника / под ред Т.Тамира. – М.: Мир, 1991.
12. Гончаренко А.М., Карпенко В.А. Основы теории оптических волноводов. – М.: Едиториал УРСС, 2004.

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

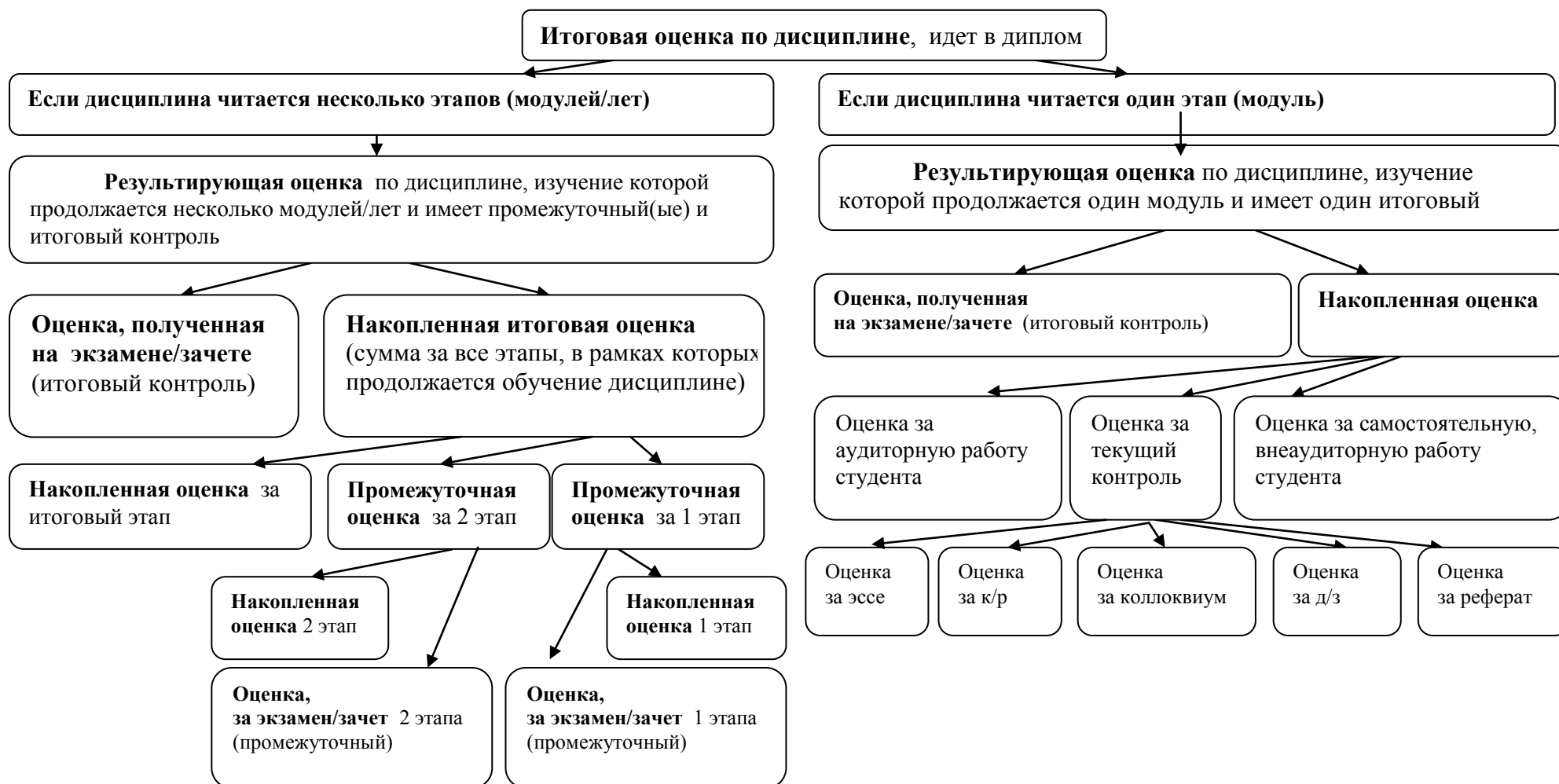
Для проведения лекционных занятий и семинаров по дисциплине необходима аудитория, оснащенная видеопроектором, интерактивной доской, компьютером и аудио-системой.

Для проведения практических занятий по дисциплине требуется лаборатория, оснащенная оборудованием для исследований оптических и микроволновых линий связи, а также компьютерный класс с предустановленным специализированным программным обеспечением.



Методические рекомендации по формированию оценок по дисциплине

1) Структура оценки по дисциплине согласно положению об организации контроля знаний:





Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
 Программа дисциплины «Оптические и микроволновые линии связи и их элементная база» по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» для подготовки бакалавров

2) Таблица 1. Формирование оценки по дисциплине: если дисциплина читается 1 этап (модуль)

Элемент оценки	Накопленная оценка			Итоговая оценка за экзамен/зачет	Результирующая оценка за дисциплину (Выставляется в диплом)	
	Текущий контроль	Аудиторная работа (Лекции, практические занятия, семинарские занятия)	Самостоятельная внеаудиторная работа студентов			
Действия преподавателя	1	Выставление оценки в 10-балльной системе по каждой форме текущего контроля (эссе, контрольная работа, домашнее задание, реферат, коллоквиум)	Выставление оценки $O_{\text{ауд}}$ по 10-балльной шкале за аудиторную работу студента. ВАЖНО: в НИУ ВШЭ в рамках аудиторной работы	Выставление оценки $O_{\text{сам.работа}}$ по 10-балльной шкале за аудиторную работу студента.	1	Определение весов q_1 и q_2 (ВНИМАНИЕ, Сумма удельных весов должна быть равна единице: $\sum q_i = 1$, при этом, $0,2 \leq q_i \leq 0,8$)
	2	Определение весов n_i (ВНИМАНИЕ, сумма $n_i = 1$)	не оценивается посещение лекций, семинарских занятий и практических занятий, а только работа студента.	(Оценка выставляется только при решении преподавателя оценивать данный вид деятельности студента)		
	3	Расчет оценки за текущий контроль $O_{\text{текущий}} = n_1 \cdot O_{\text{эссе}} + n_2 \cdot O_{\text{к/р}} + n_3 \cdot O_{\text{реф}} + n_4 \cdot O_{\text{кол}} + n_5 \cdot O_{\text{дз}}$	(Оценка выставляется только при решении преподавателя оценивать данный вид деятельности студента)			
	Определение весов k_1 k_2 k_3 (ВНИМАНИЕ, сумма $k_i = 1$, в случае, если преподаватель не учитывает аудиторную и самостоятельную внеаудиторную работу студентов, то k_2 и k_3 равны 0 (нулю), а $k_1=1$).			2		$O_{\text{результ}} = q_1 \cdot O_{\text{итог.контроль}} + q_2 \cdot O_{\text{накопленная}}$
Расчет накопленной оценки $O_{\text{накопленная}} = k_1 \cdot O_{\text{текущий}} + k_2 \cdot O_{\text{ауд}} + k_3 \cdot O_{\text{сам.работа}}$						



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины «Оптические и микроволновые линии связи и их элементная база» по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» для подготовки бакалавров

Что получается в результате	$O_{\text{накопленная}}^*$	$O_{\text{итог. контроль}}$	$O_{\text{результующая}}^*$
-----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------