

# Дисциплина «Использование специального программного обеспечения для проектирования современных ВОСС»

## Фонд оценочных средств

### Вопросы по отдельным темам дисциплины

#### 7. Практические занятия (семинары)

Таблица 6.1

№ п/п	№ раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1.	1	Задачи и практическая реализация имитационного моделирования. Программное обеспечение (ПО).	4
2.	2	Моделирование физических процессов в линейных трактах (ЛТ) волоконнооптических систем связи (ВОСС). Используемое ПО.	4
3.	3	Моделирование физических процессов в пассивных оптических компонентах. Используемое ПО.	4
4.	4	Моделирование физических процессов в активных оптических компонентах. Используемое ПО.	4
5.	5	Выбор информационных технологий, структурных схем и основных технических решений для проектируемой ВОСС.	4
6	6	Моделирование физических процессов передачи, приема и обработки сигналов в современных высокоскоростных ВОСС. Используемое ПО.	6
		Всего	26

#### Тема 1. Задачи и практическая реализация имитационного моделирования. Программное обеспечение (ПО).

1. Что такое физическая и имитационная модель природных явлений, процессов, технических устройств? Примеры из разных областей науки и техники. Для чего, и в каких случаях необходимо использовать математические методы для описания сложных процессов распространения оптических сигналов в ОВ?
2. Как оценить адекватность предлагаемых математических моделей реальным устройствам? Пользуйтесь критериями: полнота и одновременно простота математического описания выполняемых устройством функций, погрешность описания этих функций с учетом внешних факторов.
3. Перечислите компьютерные программы общего назначения, в которых можно создавать математические модели простых оптоэлектронных устройств.
4. Перечислите специализированные компьютерные программы, с которыми Вам приходилось работать.

## Тема 2. Моделирование физических процессов в линейных трактах (ЛТ) волоконно-оптических систем связи (ВОСС). Используемое ПО.

1. Какой формы сигнал чаще всего используется для моделирования волоконно-оптических систем связи? В чем его преимущества? Какое условие определяет спектрально ограниченный гауссовский импульс?
2. Перечислите линейные и нелинейные явления, которые возникают при распространении оптических импульсов в ОМ ОВ? Как, и при каких условиях они проявляются?
3. Какие искажения гауссовских импульсов возникают при их распространении по ОМ ОВ только за счет хроматической дисперсии (ХД)? Что такое коэффициент ХД? Что такое дисперсия групповых скоростей? Чем отличаются процессы распространения импульсов по ОМ ОВ с нормальной и аномальной ХД? Что такое дисперсионная длина?
4. Как изменяется длительность и ширина спектра импульса в зависимости от расстояния без учета нелинейных явлений? Что такое чирпинг? В каких единицах измеряется? Как зависит от внутриимпульсного времени? Какой знак имеет чирпинг в ОМ ОВ с нормальной и аномальной ХД?
5. В каких случаях при рассмотрении искажений за счет ХД можно пренебречь нелинейными искажениями? Как в этом случае можно рассчитать ширину и амплитуду гауссовского импульса на выходе ОМ ОВ с учетом коэффициентов затухания и ХД? Меняется ли длительность импульса и ширина спектра гауссовского импульса при учете только ХД?
6. Существуют ли источники оптических гауссовских импульсов с начальным чирпингом? Чем такие импульсы отличаются от спектрально ограниченных гауссовских импульсов? При каких условиях длительность чирпированного гауссовского импульса может уменьшаться при распространении по ОМ ОВ, обладающему ХД?
7. Какие искажения гауссовских импульсов возникают при их распространении по ОМ ОВ только за счет фазовой самомодуляции (ФСМ) без учета ХД? Что такое нелинейный набег фазы и нелинейное изменение частоты? Что такое нелинейная длина? Какой знак имеет чирпинг, обусловленный ФСМ, для ОМ ОВ с нормальной и аномальной дисперсией? Как изменяется чирпинг с изменением внутриимпульсного времени? Меняется ли длительность импульса и ширина спектра гауссовского импульса при учете только ФСМ?
8. Какие режимы распространения оптических сигналов по ОМ ОВ Вы знаете? Чем они характеризуются? Какое значение принимает отношение дисперсионной и нелинейной длин для различных режимов?
9. Какие уравнения используются для расчета формы оптических импульсов при их распространении по ОМ ОВ? Какие в них входят параметры ОМ ОВ и передаваемых оптических импульсов? Что такое оптический солитон? В каком режиме и при каких параметрах ОМ ОВ существует возможность передачи без искажений формы оптических импульсов? Какие условия надо выполнить для реализации в ВОСС солитонного режима?
10. Какие исходные данные нужны для математического описания сравнительно простых оптоэлектронных устройств и представление их в виде моделирующих

программ? Рассмотреть на примерах устройств: светоизлучающий диод, лазерный диод, p-i-n фотодиод, лавинный фотодиод, оптрон.

### **Тема 3. Моделирование физических процессов в пассивных оптических компонентах. Используемое ПО.**

1. Какие пассивные компоненты ВОСС могут моделироваться в программе OptiSystem? Как задаются их параметры? Например, для следующих компонентов: OM OB, мультиплексора, демультиплексора, оптического фильтра. Какие измерительные приборы используются в этой программе?
2. Создайте схему для исследования одного из перечисленных компонентов с параметрами заданными преподавателем. Составьте программу исследования и проведите его. Объясните полученные результаты.
3. Какие исследования, связанные с пассивными компонентами ВОСС, например WDM смесителями, оптическими фильтрами, циркуляторами, изоляторами можно выполнить с помощью программы GainMaster.
4. Создайте схему для исследования одного из пассивных компонентов с заданными преподавателем параметрами. Составьте программу исследования и проведите его. Объясните полученные результаты.

### **Тема 4. Моделирование физических процессов в активных оптических компонентах. Используемое ПО.**

1. Какие активные компоненты ВОСС могут моделироваться в программе OptiSystem? Как задаются их параметры? Например, для следующих компонентов: источника излучения, модулятора, оптического усилителя, фотоприемника. Какие измерительные приборы используются в этой программе?
2. Создайте схему для исследования одного из перечисленных компонентов с параметрами заданными преподавателем. Составьте программу исследования и проведите его. Объясните полученные результаты.
3. Какие исследования, связанные с эрбиевыми оптическими усилителями, можно выполнить с помощью программы GainMaster.
4. Создайте схему для исследования оптического усилителя с заданным преподавателем типом накачки и параметрами. Составьте программу исследования и проведите его. Объясните полученные результаты.

### **Тема 5. Выбор информационных технологий, структурных схем и основных технических решений для проектируемой ВОСС.**

1. Перечислите современные информационные технологии (не менее трех), используемые для формирования канальных сигналов. Проведите их сравнительный анализ по критериям: скорость передачи, требуемая полоса частот, форматы модуляции и кодирования, эффективность использования полосы частот в канале.
2. Перечислите основные форматы модуляции оптических сигналов в линейных трактах ВОСС. Проведите их сравнительный анализ, используя фазовые диаграммы и сигнальные созвездия.

3. Перечислите основные способы линейного кодирования оптических сигналов в ВОСС. Проведите их сравнительный анализ. Что такое кодирование FEC?
4. Что такое оптическое отношение сигнала к шуму и какова его связь с  $Q$  – фактором? Как оба эти параметра связаны с коэффициентом ошибок (BER)?
5. Приведите и обоснуйте упрощенную структурную схему одноканальной ВОСС по параметрам заданным преподавателем: скорость передачи, параметры ОМ ОВ, расстояние. Надо выбрать информационную технологию, способ приема энергетический или когерентный, тип модуляции и кодирования, оптическую мощность передатчика, обосновать необходимость компенсации ХД и использования оптических усилителей.

**Тема 6. Моделирование физических процессов передачи, приема и обработки сигналов в современных высокоскоростных ВОСС. Используемое ПО.**

1. Какая минимальная информация должна содержаться в техническом задании на моделирование многоканальной ВОСС?
2. Как выбирается информационная технология, принцип приема оптических сигналов (энергетический или когерентный) форматы модуляции и кодирования? Какие технические решения должны проверяться с помощью имитационного моделирования?
3. Как выбирается трасса, расположение оптических усилителей и транзитных узлов волоконно-оптической линии связи (ВОЛС)? Как решаются вопросы выделения каналов в транзитных узлах и электропитания усилительных пунктов?
4. Приведите и обоснуйте упрощенную структурную схему многоканальной ВОСС по параметрам заданным преподавателем: канальная скорость передачи, параметры ОМ ОВ, расстояние и некоторые сведения о трассе ВОЛС. Надо выбрать информационную технологию, мультиплексоры и демупльтиплексоры, реконфигурируемые мультиплексоры ввода-вывода (ROADM) для транзитных узлов, способ приема энергетический или когерентный, тип модуляции и кодирования, оптическую мощность передатчика, обосновать необходимость компенсации ХД и использования оптических усилителей.