

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 21.06.2023 10:26:52  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Управление и информатика в  
технических системах»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

27.03.04 «Управление в технических системах»

по профилю

**«Управление и информатика в технических системах»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Абрамкин С.Е.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АПУ  
18.01.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

|   |      |
|---|------|
| Обеспечивающий факультет  | ФКТИ |
| Обеспечивающая кафедра  | АПУ  |
| Общая трудоемкость (ЗЕТ)  | 4    |
| Курс  | 4    |
| Семестр   | 8    |
| <b>Виды занятий</b>   |      |
| Лекции (академ. часов)  | 8    |
| Лабораторные занятия (академ. часов)                                | 8    |
| Практические занятия (академ. часов)                                | 16   |
| Иная контактная работа (академ. часов)                              | 1    |
| Все контактные часы (академ. часов)                                 | 33   |
| Самостоятельная работа, включая часы на контроль<br>(академ. часов) | 111  |
| Всего (академ. часов)   | 144  |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>                                 |      |
| Дифф. зачет (курс)  | 4    |

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

Целью дисциплины является формирование понимания принципов проектирования распределенных систем управления. В рамках данной дисциплины изучается архитектура, компоненты, интерфейсы и другие характеристики распределенных систем управления. Формируются практические навыки проектирования распределенных систем управления.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«DESIGN OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS»**

In the process of mastering the discipline, an understanding of the principles of designing distributed control systems is formed. In this course, the student studies the architecture, components, interfaces, and other characteristics of distributed control systems. Formed practical skills for designing distributed control systems.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целью дисциплины является формирование знаний принципов проектирования распределенных систем управления, умений и навыков их практического применения.
2. Задачи дисциплины: изучение архитектуры, компонентов, интерфейсов и других характеристик распределенных систем управления, формирование практических навыков и умений проектирования распределенных систем управления.
3. Знание методов и принципов проектирования распределённых систем управления (PCY), нормативно-технической документации по проектированию PCY,
4. Умение проектировать PCY, выбирать и компоновать PCY, применять современные методы управления при проектировании PCY.
5. Освоение навыков разработки отдельных подсистем PCY, знание методов разработки отдельных подсистем PCY, умение реализовывать проекты PCY.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Организация ЭВМ и систем»
2. «Системы управления базами данных»
3. «Программирование систем реального времени»
4. «Элементы и устройства систем управления»
5. «Микропроцессорные системы»
6. «Локальные системы управления»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

| <b>Код компетенции/<br/>индикатора<br/>компетенции</b> | <b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>  |
|--|---|
| ПК-11  | Способен владеть методами проектирования распределенных систем управления с применением современных информационных технологий |
| <i>ПК-11.1</i>   | <i>Знает методы проектирования распределенных систем управления</i>   |
| <i>ПК-11.3</i>   | <i>Знаком со стандартами в области проектирования распределенных систем управления</i>  |
| ПК-13  | Способен организовывать работу малых групп исполнителей   |
| <i>ПК-13.1</i>   | <i>Создает и организует малые группы исполнителей для решения конкретных производственных задач</i>                           |

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

| № п/п | Наименование темы дисциплины  | Лек, ач | Пр, ач | Лаб, ач | ИКР, ач | СР, ач |
|-------|---|---------|--------|---------|---------|--------|
| 1     | Введение. Архитектура распределённой системы управления                             | 1       | 1      |         |         | 6      |
| 2     | Промышленные сети и интерфейсы  | 1       | 1      |         |         | 6      |
| 3     | Помехозащищённость распределённых систем управления                                 | 2       | 2      |         |         | 6      |
| 4     | Измерительные каналы  | 0.5     | 1      | 1       |         | 12     |
| 5     | ПИД-регуляторы  | 0.5     | 2      | 1       |         | 12     |
| 6     | Контроллеры для распределённых систем управления                                    | 0.5     | 2      | 1       |         | 12     |
| 7     | Автоматизация опасных объектов  | 0.5     | 1      | 1       |         | 12     |
| 8     | Аппаратное резервирование   | 0.5     | 2      | 1       |         | 12     |
| 9     | Программное обеспечение распределённых систем управления                            | 0.5     | 1      | 1       |         | 12     |
| 10    | Стадии проектирования и состав проектов разработки распределённых систем управления | 0.5     | 2      | 1       |         | 12     |
| 11    | Структурные схемы систем измерения и автоматизации. Заключение                      | 0.5     | 1      | 1       | 1       | 9      |
|       | Итого, ач   | 8       | 16     | 8       | 1       | 111    |
|       | Из них ач на контроль   | 0       | 0      | 0       | 0       | 0      |
|       | Общая трудоемкость освоения, ач/зе  | 144/4   |        |         |         |        |

#### 4.1.2 Содержание

| № п/п | Наименование темы дисциплины                            | Содержание  |
|-------|---|---|
| 1     | Введение. Архитектура распределённой системы управления | Предмет дисциплины и ее задачи. Содержание и форма проведения занятий. Связь с другими дисциплинами учебного плана.<br>Развитие систем управления; локальное регулирование, централизованные и распределённые (децентрализованные) системы управления, полевые шины.<br>Разновидности архитектур. Применение информационных технологий. Понятие открытой системы. |

| №<br>п/п | Наименование темы<br>дисциплины   | Содержание   |
|----------|---|--|
| 2        | Промышленные сети и интерфейсы  | Общие сведения о промышленных сетях. Модели OSI. Интерфейсы RS-485, RS-422 и RS-232. Интерфейс «токовая петля». HART-протокол. CAN. Profibus. Modbus. Промышленный Ethernet. Протокол DCON. Беспроводные локальные сети. Сетевое оборудование.               |
| 3        | Помехозащищенность распределённых систем управления                                 | Источники помех. Заземление. Проводные каналы передачи сигналов. Паразитные связи. Методы экранирования и заземления. Гальваническая развязка. Молниезащита промышленных сетей. Стандарты и методы испытаний по ЭМС. Верификация заземления и экранирования. |
| 4        | Измерительные каналы  | Основные понятия. Многократные измерения. Динамические измерения. Суммирование погрешностей измерений.   |
| 5        | ПИД-регуляторы  | Идентификация моделей динамических систем. Классический ПИД-регулятор. Модификации ПИД-регуляторов. Особенности реальных регуляторов. Расчет параметров. Автоматическая настройка и адаптация. Нечеткая логика, нейронные сети и генетические алгоритмы.     |
| 6        | Контроллеры для распределённых систем управления                                    | Программируемые логические контроллеры. Компьютер в системах автоматизации. Устройства ввода-вывода.   |
| 7        | Автоматизация опасных объектов  | Искробезопасная электрическая цепь. Блоки искрозащиты. Правила применения искробезопасных устройств. Функциональная безопасность. Выбор аппаратных средств.  |
| 8        | Аппаратное резервирование   | Основные понятия и определения. Резервирование контроллеров и устройств ввода-вывода. Резервирование промышленных сетей. Оценка надежности резервированных систем.   |
| 9        | Программное обеспечение распределённых систем управления                            | Развитие программных средств автоматизации. OPC-сервер. Системы программирования на языках МЭК 61131-3. Пользовательский интерфейс, SCADA-пакеты.  |
| 10       | Стадии проектирования и состав проектов разработки распределённых систем управления | Общие положения. Задание на проектирование. Стадии проектирования и состав проектной документации. Задание на выполнение работ, связанных с разработкой распределённых систем управления. Оформление и комплектование рабочей документации.                  |
| 11       | Структурные схемы систем измерения и автоматизации. Заключение                      | Структура систем управления. Структурные схемы измерения и управления. Рекомендации по проектированию систем автоматизации. Рекомендации по выбору систем управления.  |

## 4.2 Перечень лабораторных работ



| <b>Наименование лабораторной работы</b>   | <b>Количество ауд. часов</b> |
|---|------------------------------|
| 1. Работа с ПО Simatic-S7Manager, осуществление связи с контроллером, загрузка аппаратной конфигурации в PLC.                                     | 1                            |
| 2. Шине Profibus: добавление устройств, создание разветвлённой системы с централизованным управлением, реализация заданного алгоритма управления. | 1                            |
| 3. Работа с дискретными входами и выходами PLC Siemens.   | 1                            |
| 4. ПИД-регулятора в PLC   | 1                            |
| 5. Создание сети из нескольких ЦПУ Simatic S7 с периферией.   | 1                            |
| 6. WinCC Flexible. Конфигурирование панели контроля и управления на основе сенсорной панели Siemens с WinCC flexible.                             | 1                            |
| 7. WinCC. Конфигурирование SCADA на основе WinCC.   | 1                            |
| 8. Вывод мнемоничной, текстовой и звуковой информации, анимированные объекты, управляющие элементы.   | 1                            |
| <b>Итого</b>  | <b>8</b>                     |

### 4.3 Перечень практических занятий

| <b>Наименование практических занятий</b>   | <b>Количество ауд. часов</b> |
|--|------------------------------|
| 1. Ознакомление с ПО Simatic-S7Manager, осуществление связи с контроллером, загрузка аппаратной конфигурации в PLC.  | 2                            |
| 2. Добавление в систему устройств на шине Profibus, создание разветвлённой системы с централизованным управлением, реализация заданного алгоритма управления.  | 2                            |
| 3. Ознакомление с принципом работы дискретных входов и выходов PLC Siemens.  | 2                            |
| 4. Изучение работы ПИД-регулятора в PLC.   | 3                            |
| 5. Роутинг. Создание сети из нескольких ЦПУ Simatic S7 с периферией. Создание распределённой управляющей сети.   | 2                            |
| 6. WinCC Flexible. Конфигурирование панели контроля и управления на основе сенсорной панели Siemens с WinCC flexible. Вывод мнемоничной и текстовой информации, анимированные объекты, управляющие элементы. | 2                            |
| 7. WinCC. Конфигурирование SCADA на основе WinCC. Вывод мнемоничной, текстовой и звуковой информации, анимированные объекты, управляющие элементы.   | 3                            |
| <b>Итого</b>   | <b>16</b>                    |

### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым

образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

| <b>Текущая СРС</b>  | <b>Примерная<br/>трудоемкость, ач</b> |
|---|---------------------------------------|
| Работа с лекционным материалом, с учебной литературой   | 20                                    |
| Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)                 | 16                                    |
| Самостоятельное изучение разделов дисциплины  | 12                                    |
| Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ   | 0                                     |
| Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям                                    | 38                                    |
| Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам  | 0                                     |
| Выполнение расчетно-графических работ   | 0                                     |
| Выполнение курсового проекта или курсовой работы  | 0                                     |
| Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме   | 0                                     |
| Работа над междисциплинарным проектом   | 0                                     |
| Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных | 0                                     |
| Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену   | 25                                    |
| <b>ИТОГО СРС</b>  | <b>111</b>                            |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| № п/п                     | Название, библиографическое описание   | К-во экз. в библ. |
|---------------------------|--|-------------------|
| Основная литература       |  |                   |
| 1                         | Анашкин, Алексей Сергеевич. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальностям 210100 "Управление и информатика в техн. системах" и 210200 "Автоматизация технол. процессов и производств" / А.С. Анашкин, Э.Д. Кадыров, В.Г. Харазов ; под общ. ред. В.Г. Харазова, 2004. -366 с. | 40                |
| 2                         | Архитектура распределенных АСУ ТП [Текст] : учеб. пособие / [С.В. Влащенко [и др.]], 2006. -69 с.  | 127               |
| 3                         | Зотов, Николай Сергеевич. Проектирование промышленных автоматических систем [Текст] : учеб. пособие / Н.С. Зотов, 1981. -79 с.   | 32                |
| 4                         | Клюев, Анатолий Степанович. Проектирование систем автоматизации технологических процессов [Текст] : (справ. пособие) / А. С. Клюев, Б. В. Глазов, А. Х. Дубровский ; под ред. А. С. Клюева, 1980. -512 с.  | 31                |
| 5                         | Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами [Текст] / [Г. Л. Смилянский [и др.] ; под ред. Г. Л. Смилянского, 1983. -527 с.   | 20                |
| Дополнительная литература |  |                   |
| 1                         | Скородумов, Юрий Михайлович. Назначение и планирование заданий в распределенных системах реального времени [Электронный ресурс] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.11 / Ю. М. Скородумов ; [науч. рук.: д-р техн. наук, проф. Н. В. Колесов], 2016. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)  | неогр.            |
| 2                         | Фомичева С. Г. Обработка информации в распределенных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие, 2020. -131 с.  | неогр.            |

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

| № п/п | Электронный адрес   |
|-------|---|
| 1     | Автоматизированные системы управления технологическими процессами <a href="http://kipia-portal.ru/2016/02/22/avtomatizirovannye-sistemy-upravleniya-technologicheskimi-processami/">http://kipia-portal.ru/2016/02/22/avtomatizirovannye-sistemy-upravleniya-technologicheskimi-processami/</a> |

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7447>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Проектирование распределенных систем управления» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

| Оценка              | Описание  |
|---------------------|---|
| Неудовлетворительно | Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины                  |
| Удовлетворительно   | Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем          |
| Хорошо              | Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи                       |
| Отлично             | Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач. |

## Особенности допуска

Студенты допускаются к дифф. зачету при условии выполнения и защиты всех лабораторных и практических работ на коллоквиумах. Обязательно посещение не менее 80% лекционных заданий. Оценка по дифференцированному зачету выставляется по результатам текущей аттестации в ходе семестра.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к дифф.зачету

| № п/п | Описание   |
|-------|--|
| 1     | Способы физического разделения трафика                                       |
| 2     | Отличительная особенность АСУ ТП   |
| 3     | Общее описание многоуровневой системы управления                             |
| 4     | Общие требования к аппаратному обеспечению, отличия от офисного оборудования |
| 5     | DDE-серверы. OPC-серверы.  |
| 6     | Soft-PLC. Общее описание и область применения.                               |
| 7     | SCADA системы. Причины возникновения.  |
| 8     | Стандарт ISA S88.01  |
| 9     | Отличия промышленной базы от "обычной"                                       |
| 10    | Понятие "проект" и "проектная документация"                                  |
| 11    | Структурная схема системы измерения  |

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

| Неделя | Темы занятий   | Вид контроля |
|--------|--|--------------|
| 1      | Помехозащищенность распределённых систем управления                |              |
| 2      |  |              |
| 3      |  |              |
| 4      |  |              |
| 5      |  | Коллоквиум   |
| 6      | Измерительные каналы   |              |
| 7      |  |              |
| 8      |  |              |
| 9      |  |              |
| 10     |  | Коллоквиум   |
| 11     | ПИД-регуляторы<br>Контроллеры для распределённых систем управления |              |
| 12     |  |              |
| 13     |  |              |
| 14     |  |              |
| 15     |  | Коллоквиум   |
| 16     | Автоматизация опасных объектов                                     |              |
| 17     |  |              |
| 18     |  |              |
| 19     |  |              |
| 20     |  | Коллоквиум   |

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на диф. зачет.

#### на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Проектирование распределенных систем управления» студент обязан выполнить 8 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, ее выполнение, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Выполнение лабо-



рабочих работ студентами осуществляется индивидуально. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения лабораторной работы и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части или по практической части, реализованной в работе, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на диф. зачет.

#### **на практических (семинарских) занятиях**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на диф. зачет.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

#### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

| Тип занятий            | Тип помещения                        | Требования к помещению   | Требования к программному обеспечению   |
|------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Лекция                 | Лекционная аудитория                 | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, маркерная доска, ноутбук                                 | 1) Windows 7 и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше                         |
| Практические занятия   | Аудитория                            | Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, маркерная доска, ноутбук                                 | 1) Windows 7 и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше                         |
| Лабораторные работы    | Лаборатория                          | Количество посадочных мест и ПК – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска  | 1) Windows 7 и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше<br>3) Simatic-S7Manager |
| Самостоятельная работа | Помещение для самостоятельной работы | Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. | 1) Windows XP и выше;<br>2) Microsoft Office 2007 и выше                        |

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Дата</b> | <b>Изменение</b> | <b>Дата и номер протокола<br/>заседания УМК</b> | <b>Автор</b> | <b>Начальник<br/>ОМОЛА</b> |
|------------------|-------------|------------------|---|--------------|----------------------------|
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |
|                  |             |                  |   |              |                            |