



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России

125 лет



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА  
РУТ (МИИТ)



Транспортный  
университет

## ПАСПОРТ УЧЕБНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТА

Использование энергии  
ветра и солнца для  
дополнительного  
электроснабжения объектов  
на примере учебного  
корпуса  
РУТ (МИИТ)

Руководители:

Гречишников Виктор Александрович, [victor\\_gre@mail.ru](mailto:victor_gre@mail.ru)  
Шевлюгин Максим Валерьевич, [Mx\\_Sx@mail.ru](mailto:Mx_Sx@mail.ru)



# ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТА

**Срок достижения продуктового результата:**  
01.05.25

**Требования к входным компетенциям для участия в проекте:**

Предназначен для группового выполнения студентами 1-5 курсов для направлений подготовки:

- 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Электрический транспорт;
- 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Электрооборудование автомобилей и электромобилей;
- 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Электроснабжение;
- 27.03.04 Управление в технических системах. Системы и средства автоматизации технологических процессов;
- 27.03.04 Управление в технических системах. Автоматизация управления системами электроснабжения;
- 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. Электроснабжение железных дорог;
- 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Энергосберегающие процессы и технологии;
- 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Электрический транспорт;
- 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Электроснабжение;





# ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТА



**Для успешного выполнения работы достаточно знаний и навыков по преподаваемым дисциплинам:**

Математика;  
Физика;  
Измерительная техника;  
Основы информатики и вычислительной техники систем телемеханики и электроснабжения;  
Инженерная компьютерная графика;  
Теоретические основы электротехники;  
Магистральные электрические железные дороги;  
Электротехническое материаловедение и ТВН;  
Основы информационной и энергетической электроники;  
Электрические машины и трансформаторы;  
Электрические коммутационные аппараты;  
Контактные сети и линии электропередач;  
Моделирование систем и процессов в электроэнергетике транспорта;  
Электроснабжение нетяговых потребителей;  
Тепловые процессы в устройствах электроснабжения;  
Тяговые и трансформаторные подстанции;  
Электрические сети и энергосистемы;

Общая энергетика;  
Электронная техника и преобразователи в электроснабжении;  
Надежность электроснабжения;  
Элементная база дискретных устройств в электроэнергетике;  
Основы тарифного регулирования в электроэнергетике;  
Электроснабжение железных дорог и метрополитенов;  
Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике транспорта;  
Интеллектуальные электрические защиты;  
Мониторинг и техническая диагностика устройств электроснабжения;  
Основы электробезопасности в электроустановках;  
Техническое обслуживание устройств электроснабжения;  
Системы адаптивного контроля устройств тягового электроснабжения;  
Системы автоматизированного проектирования электроснабжения;  
Электросберегающие технологии;  
Качество электроэнергии.

**Ориентирован на студентов направления «Электроснабжение».**



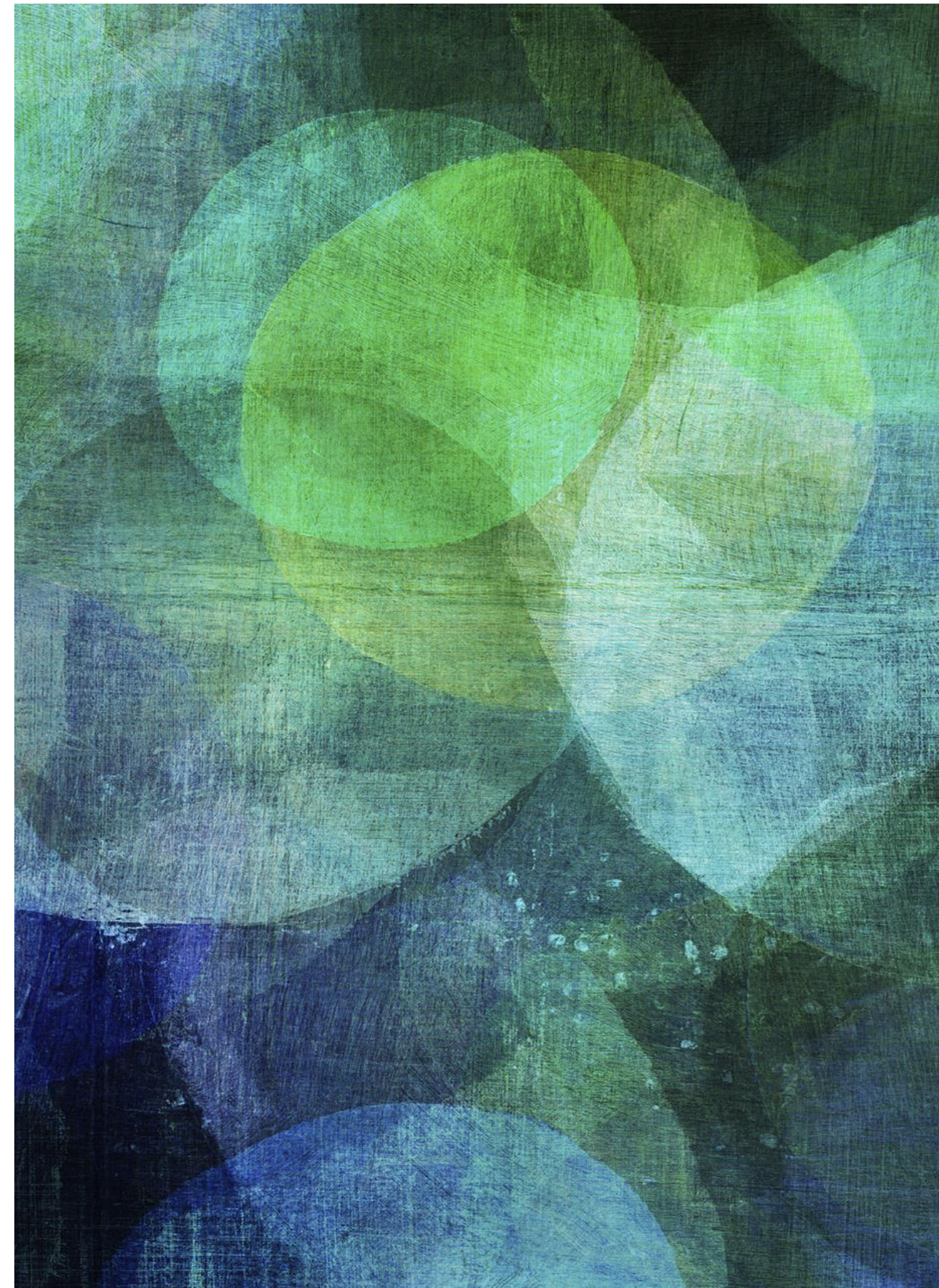
# ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТА

Максимальное количество студентов – участников проекта:  
30

Размер студенческой команды:  
1

Может выполняться студентами других направлений  
при наличии знаний и навыков в областях:

- Теоретические основы электротехники;
- Основы информационной и энергетической электроники;
- Электрические машины и трансформаторы;
- Электрические коммутационные аппараты;
- Моделирование систем и процессов в электроэнергетике транспорта;
- Электроснабжение нетяговых потребителей;
- Электрические сети и энергосистемы;
- Общая энергетика;
- Электронная техника и преобразователи в электроснабжении;
- Микропроцессорные системы управления в электроэнергетике транспорта;
- Интеллектуальные электрические защиты;
- Мониторинг и техническая диагностика устройств электроснабжения;
- Основы электробезопасности в электроустановках;
- Техническое обслуживание устройств электроснабжения;
- Электросберегающие технологии.





На сегодняшний день альтернативная энергетика в России только начинает развиваться, однако, все чаще люди хотят использовать неиссякаемые источники энергии, которые не загрязняют атмосферу и природу, не вредят экологии, и при этом дают свет и тепло. В научных кругах давно подсчитано, что недельное количество поступающей энергии Солнца в несколько раз превышает мировые запасы топливных ресурсов планеты. Однако используется этот потенциал в мизерных количествах, считается чуть ли не экзотическим, а промышленное применение такой энергии – это отдаленное будущее.

Все электростанции, работающие по традиции на углеводородном топливе, загрязняют атмосферу, атомные станции – вообще очень опасный вид выработки электричества. А солнечно-ветровая энергетика способна полностью решить вопрос с экологией, дать необходимое количество электричества, при этом она абсолютно безопасна. Использовать такие ветро-солнце-электростанции можно в любой точке планеты, потому что плотность потока солнечного излучения достаточно высока.

Сфера применения альтернативной электроэнергетики обширна: дома, офисы, электромобили и электробусы, катера и яхты, терминалы оплаты, системы безопасности движения и т.д. В проекте предлагается исследовать, понять и применить альтернативную энергетику для подпитки корпусов родной альма-матер.





## ФОРМУЛИРОВКА ИНЖЕНЕРНОЙ ПРОБЛЕМЫ

Использование возобновляемой энергии при наличии сети позволяет избежать многих, если не всех, недостатков автономных систем. Сеть является большим аккумулятором со 100% КПД, который может принять все ваши излишки энергии. Кроме того, вы можете брать из этого "аккумулятора" так много энергии (практически), как вам необходимо. Если ваша солнечная электростанция соединена с сетью, совершенно нет необходимости жестко экономить электроэнергию и менять ваш стиль жизни. Вы можете продолжать жить также, как и до установки вашей собственной электростанции на возобновляемых источниках энергии. Вы можете получать всю или часть энергии от вашей собственной электростанции, но ваша жизнь и привычки при этом могут не меняться.

Если вы решите использовать соединенную с сетью систему с резервными аккумуляторами, вы получите преимущества обоих случаев. Вы сможете быть независимым от электрических сетей, и иметь все преимущества автономных систем. Вы сможете продолжать пользоваться электроприборами при авариях в сетях, а также будете иметь возможность отправлять излишки генерируемой энергии в сеть.

При использовании всех типов систем с солнечными батареями, ветро- или гидроэлектростанциями, вы фиксируете цену получаемой электроэнергии на много лет вперед.





## ОПИСАНИЕ РЕЗУЛЬТАТА

---

### **Результат, который мы планируем получить в финале проектной работы со студентами:**

В результате выполнения проекта планируется установить на территории университета в эксплуатацию солнечно-ветровую электростанцию, которая совместно с основной энергосистемой будет питать корпус(а) и одновременно являться демонстрационным полигоном для демонстрации технологий, исследований характеристик всех элементов системы и приносить экономическую выгоду.

### **Продуктовый:**

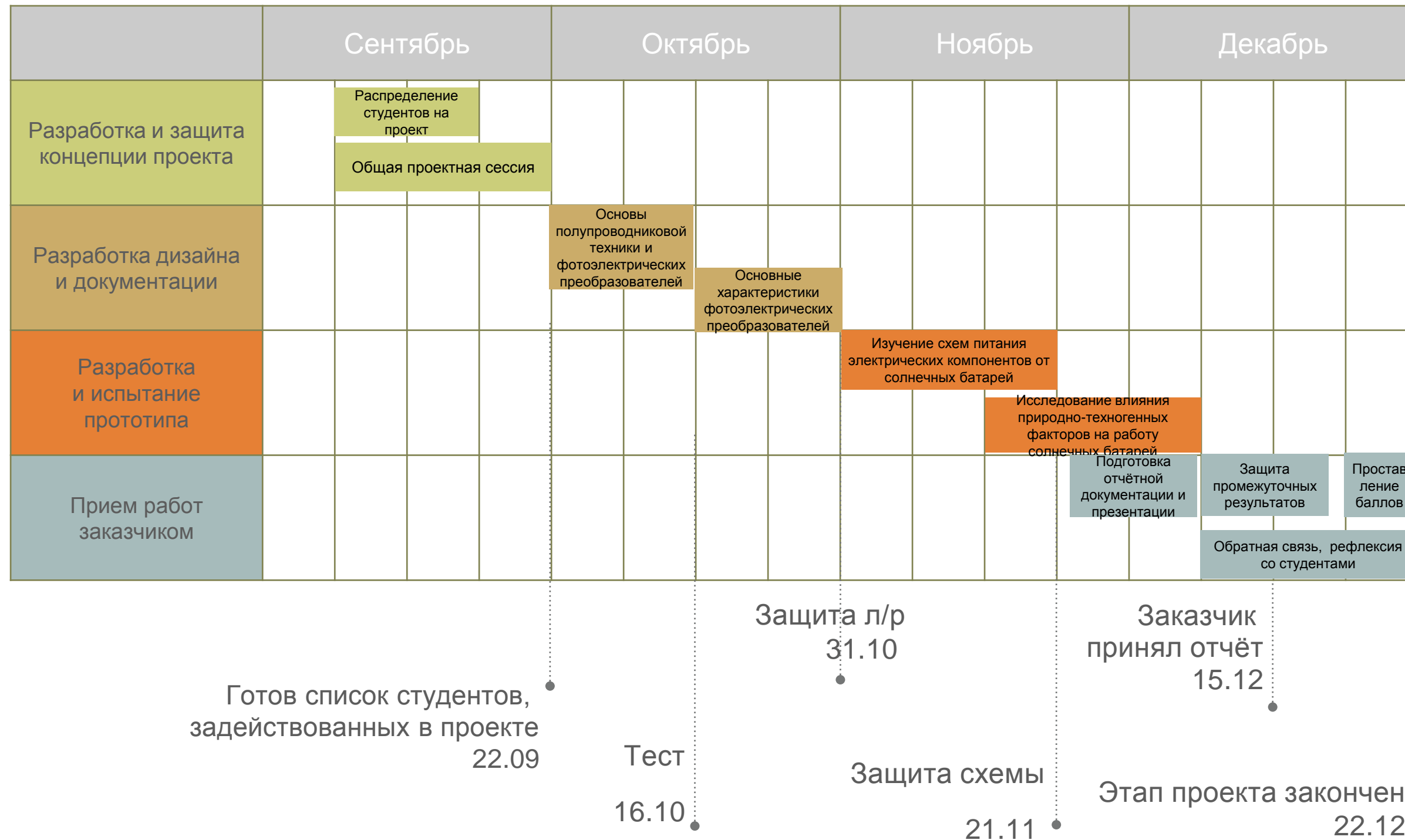
Готовое решение для снижения затрат на электроэнергию и обеспечения резервного питания объектов, подключенных к городской сети. Это надежный, экологически чистый и тихий вариант электроснабжения офиса, склада, телекоммуникационных систем, вышек сотовой связи и т.д

### **Образовательный:**

Изучение, исследование, моделирование, проектирование, внедрение, модернизация, апробация, эксплуатация, автоматизация реальной системы электроснабжения.

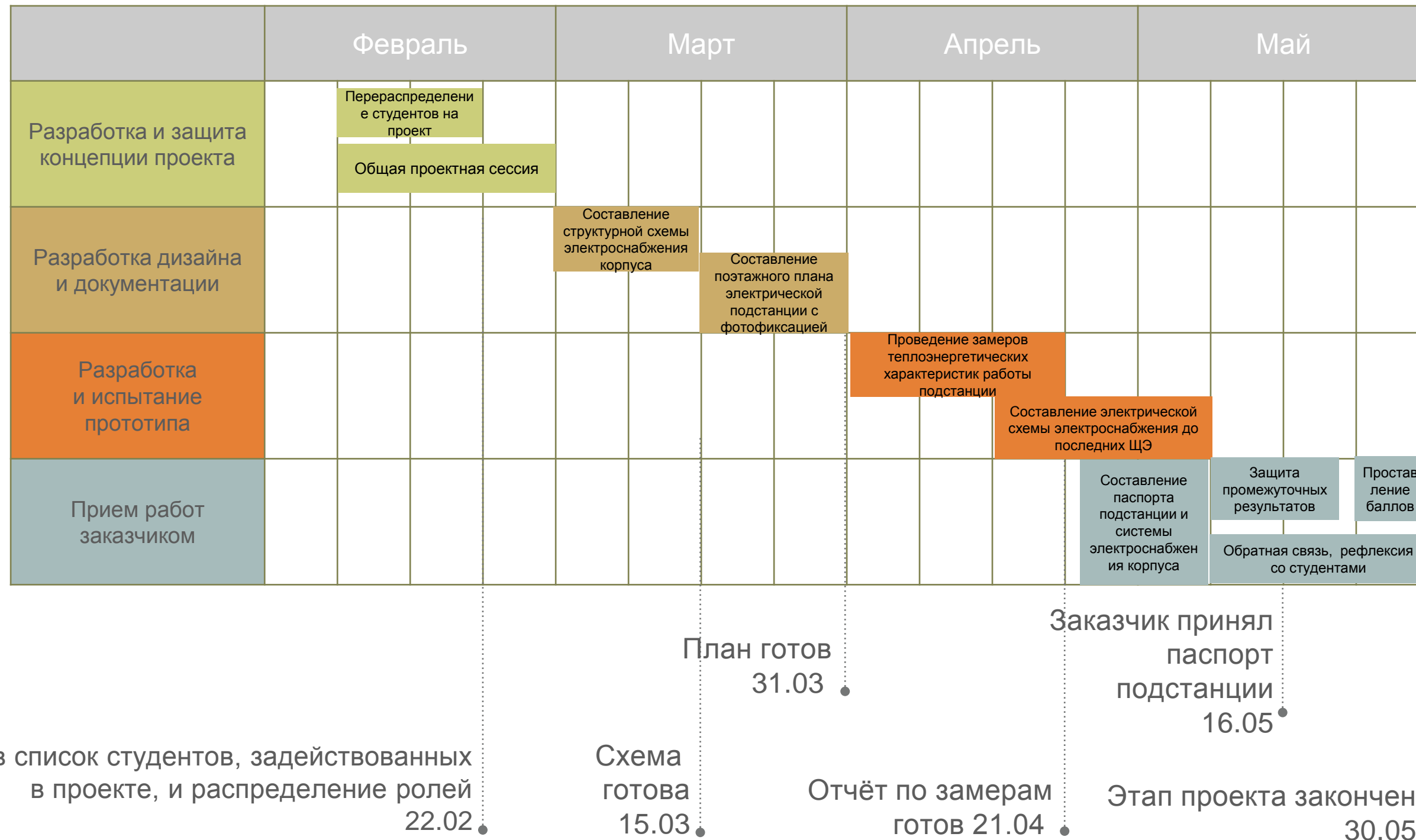


# ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 1 курс 1 семестр



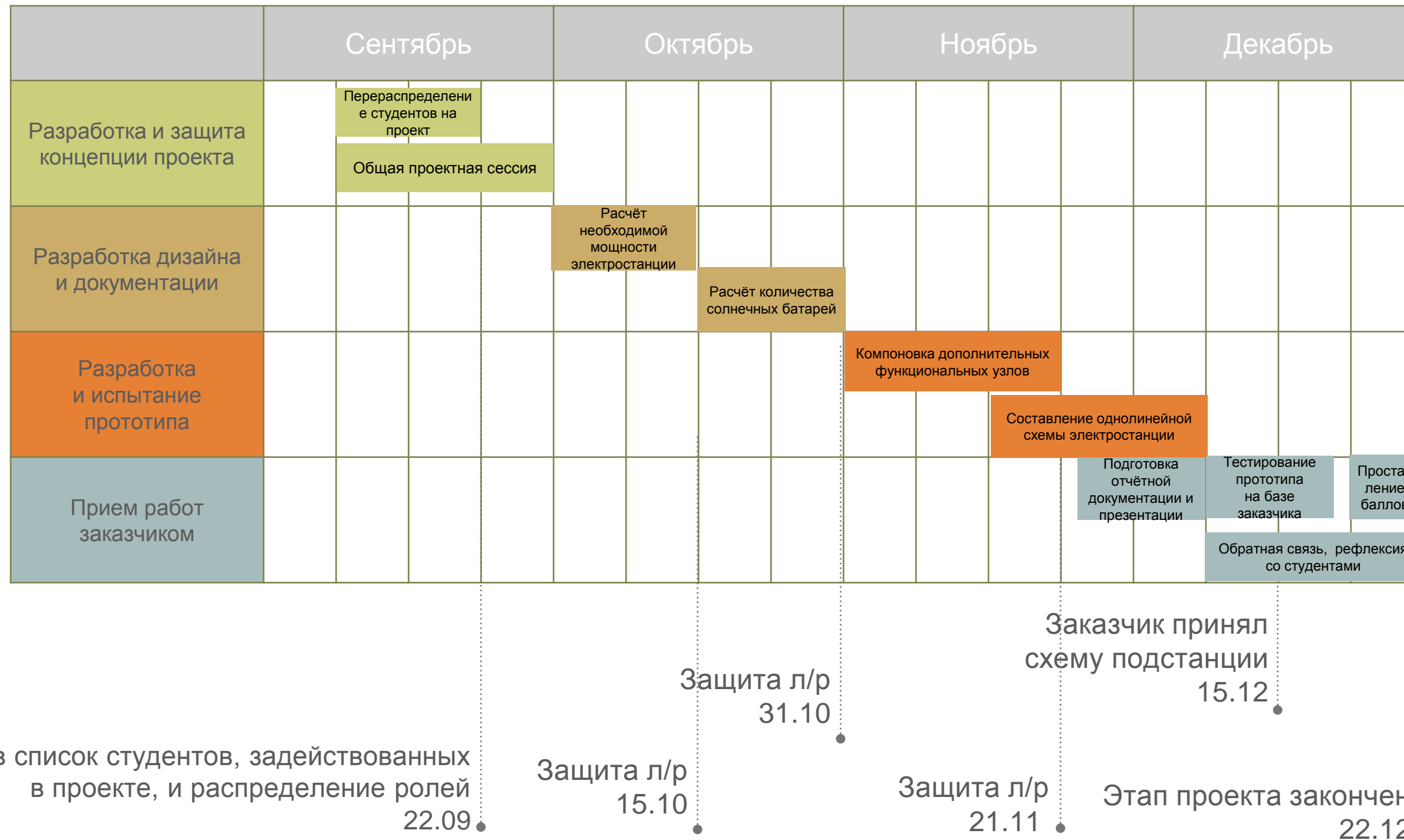


# ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 1 курс 2 семестр



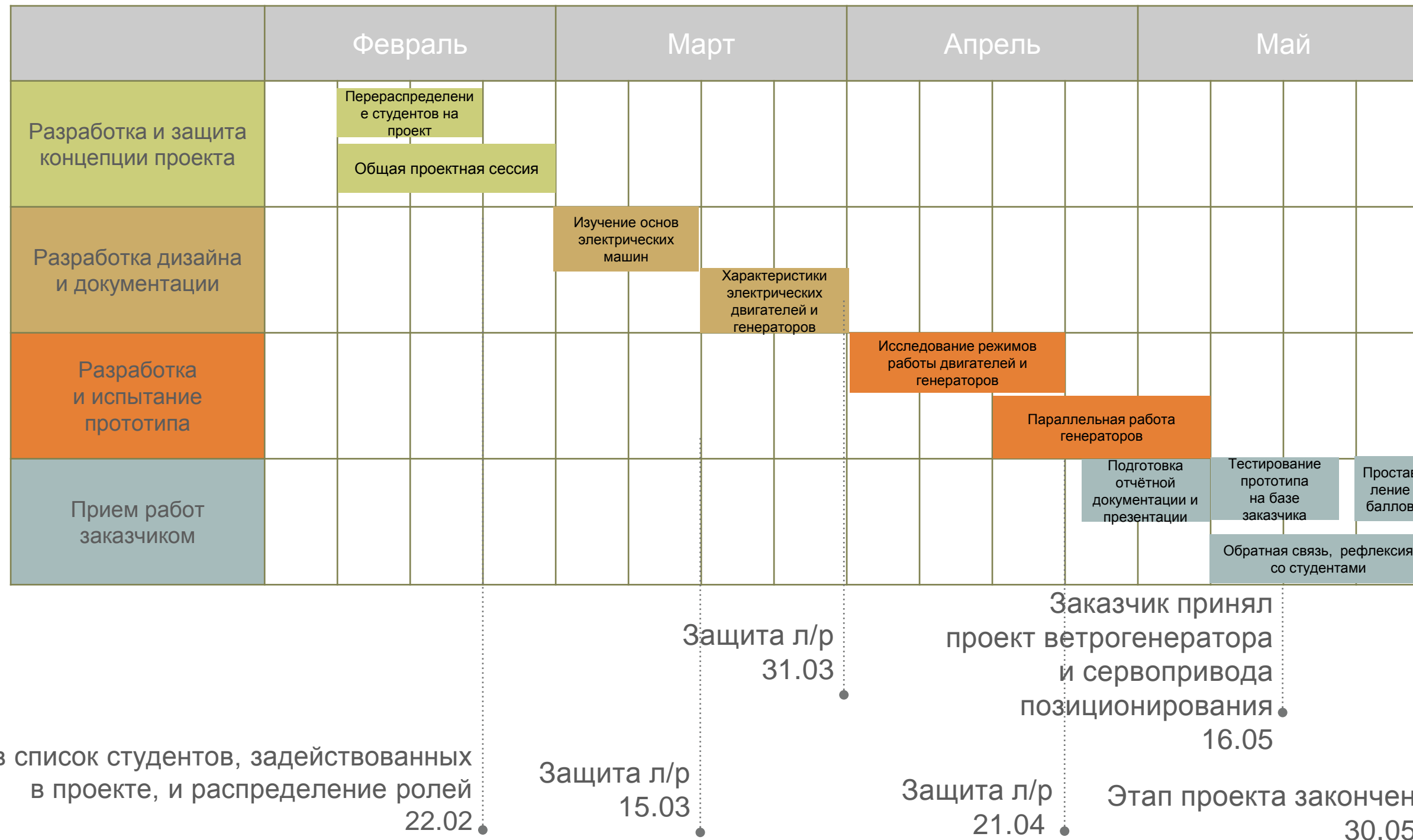


# ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 2 курс 1 семестр



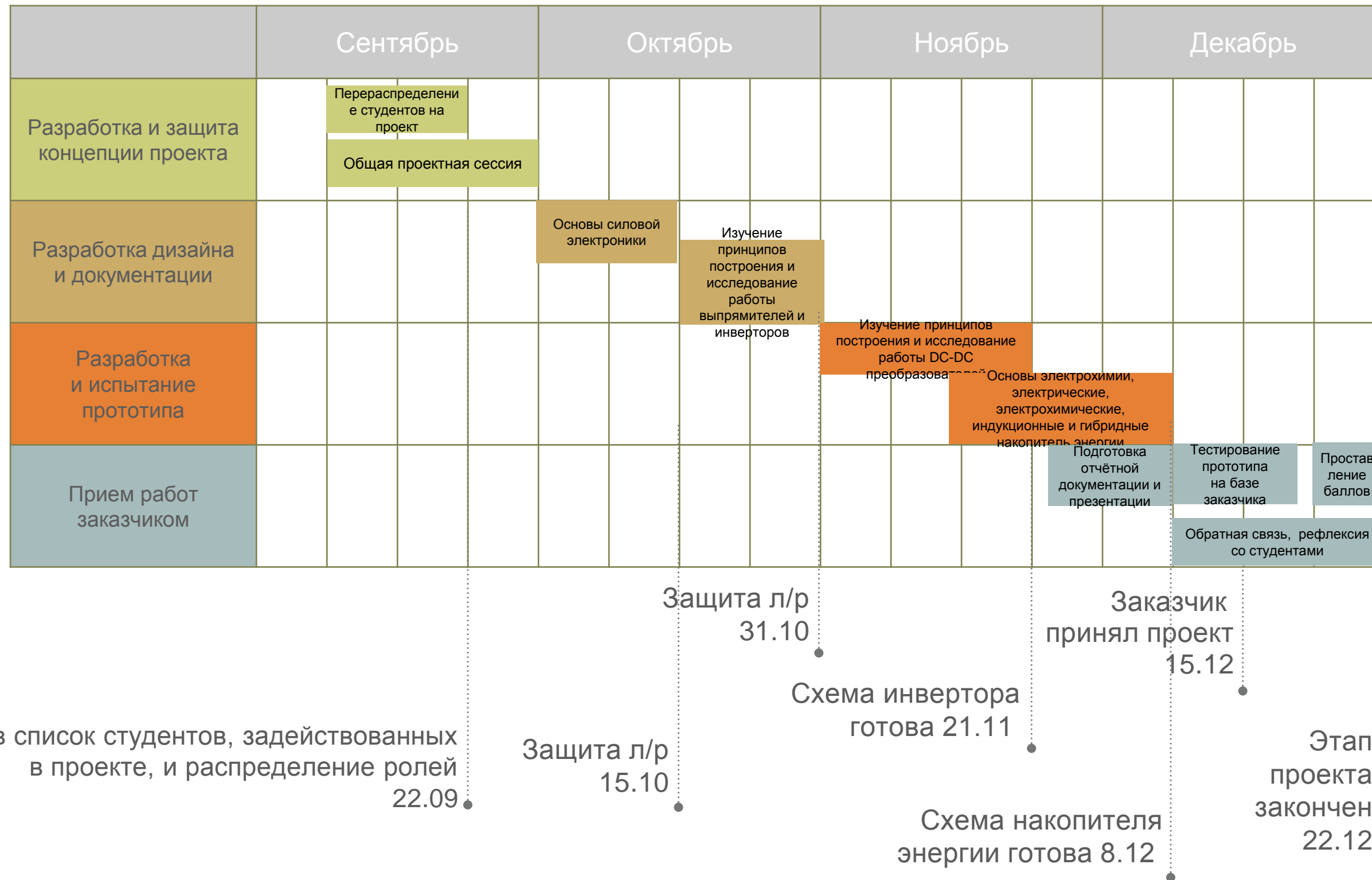


## ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 2 курс 2 семестр





# ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 3 курс 1 семестр





## ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 3 курс 2 семестр

	Февраль			Март			Апрель			Май		
Разработка и защита концепции проекта		Распределение студентов на проект										
		Общая проектная сессия										
Разработка дизайна и документации				Основы коммутации электрического тока, типы коммутационных аппаратов, устройство, назначение, принцип работы	Схемы распределительных устройств электрических станций. Порядок переключения коммутационных аппаратов							
Разработка и испытание прототипа							Системы электрических защит подстанций					
							Автоматика электрических станций и автоматизация электрохозяйства					
Прием работ заказчиком									Подготовка отчётной документации и презентации	Тестирование прототипа на базе заказчика	Проставление баллов	
										Обратная связь, рефлексия со студентами		

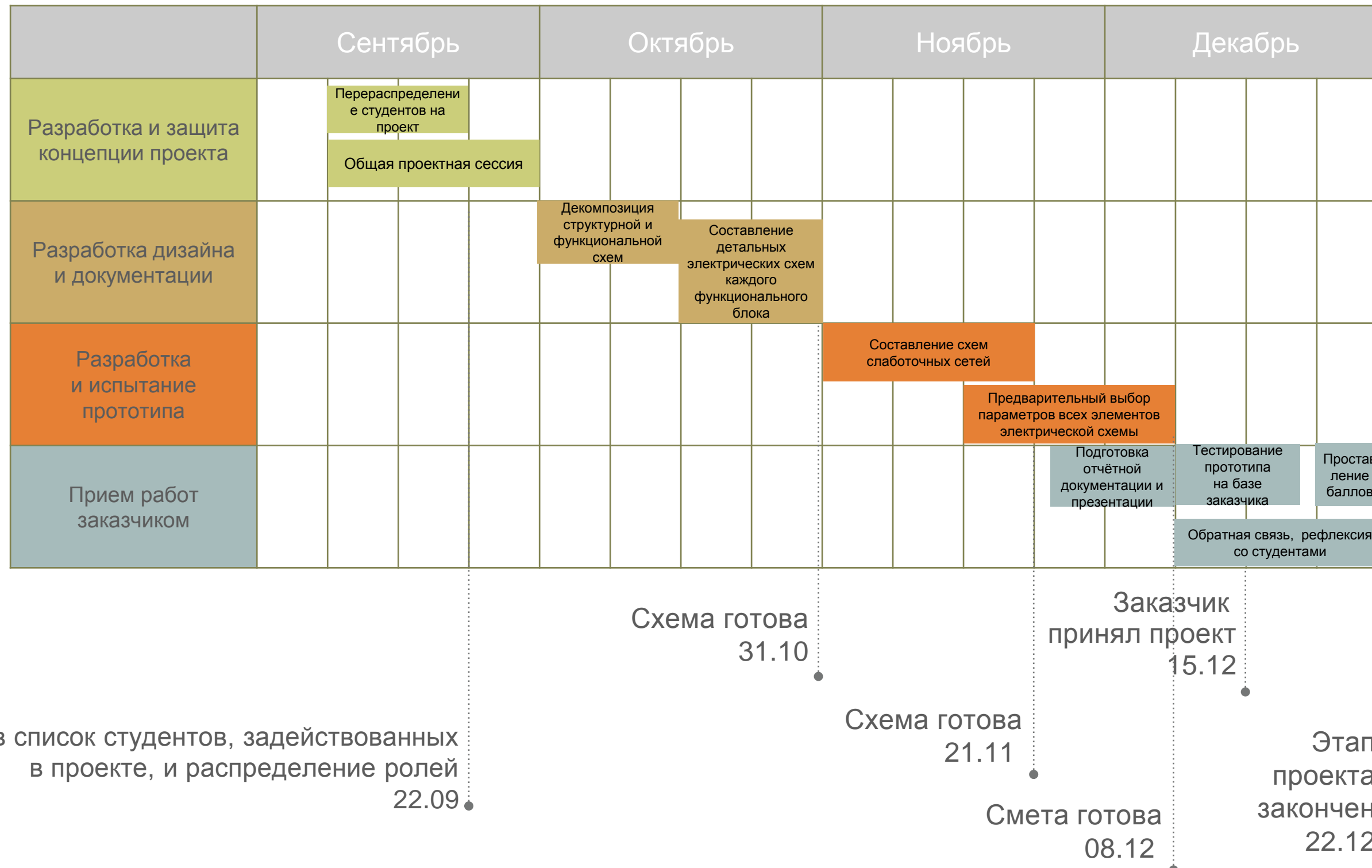
Схема распределительных устройств готова  
31.03

Заказчик принял проект  
Прототип готов 8.05  
АСУ подстанции готов 16.05

Готов список студентов, задействованных в проекте, и распределение ролей  
22.02

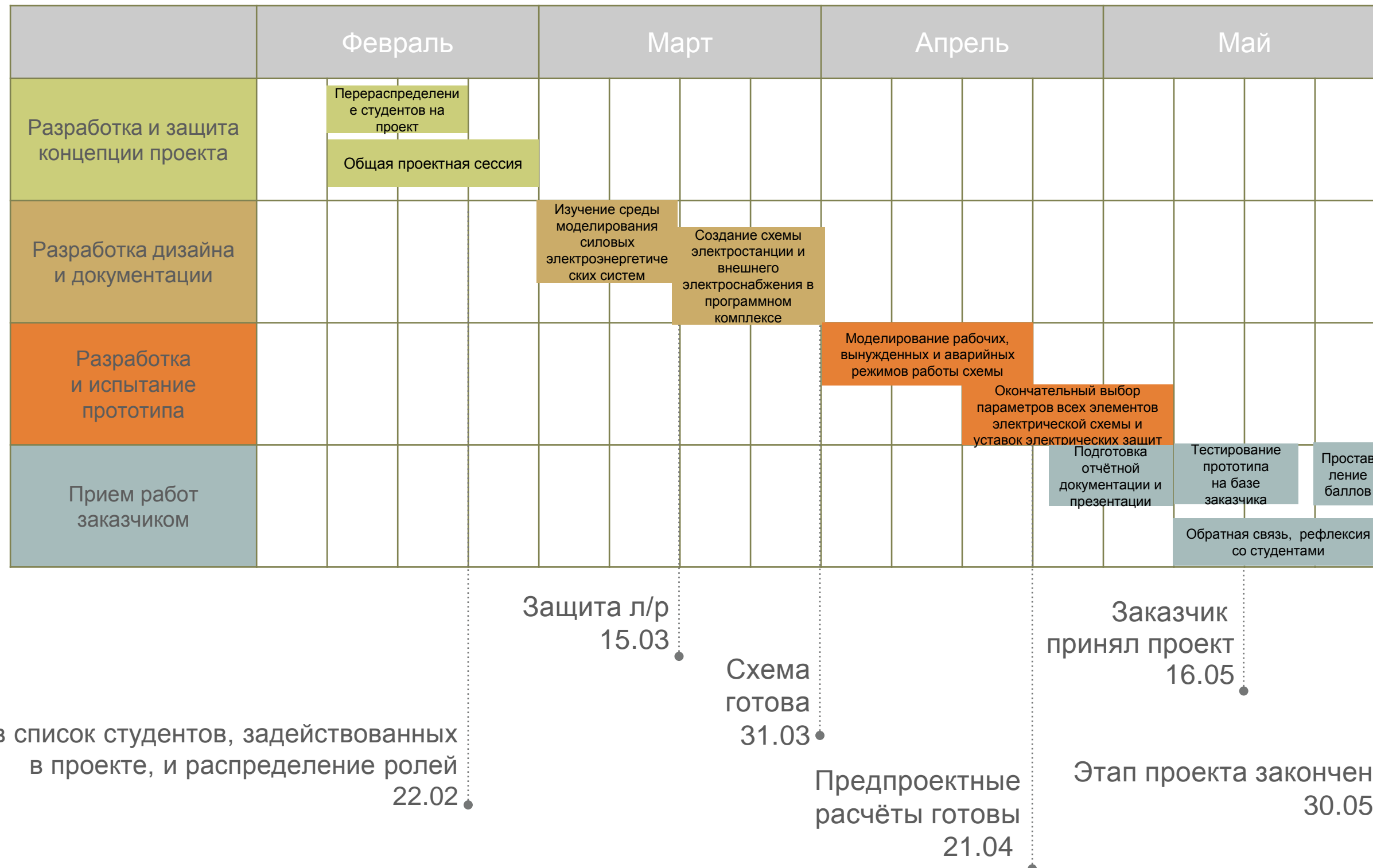
Этап проекта закончен  
30.05

# ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 4 курс 1 семестр

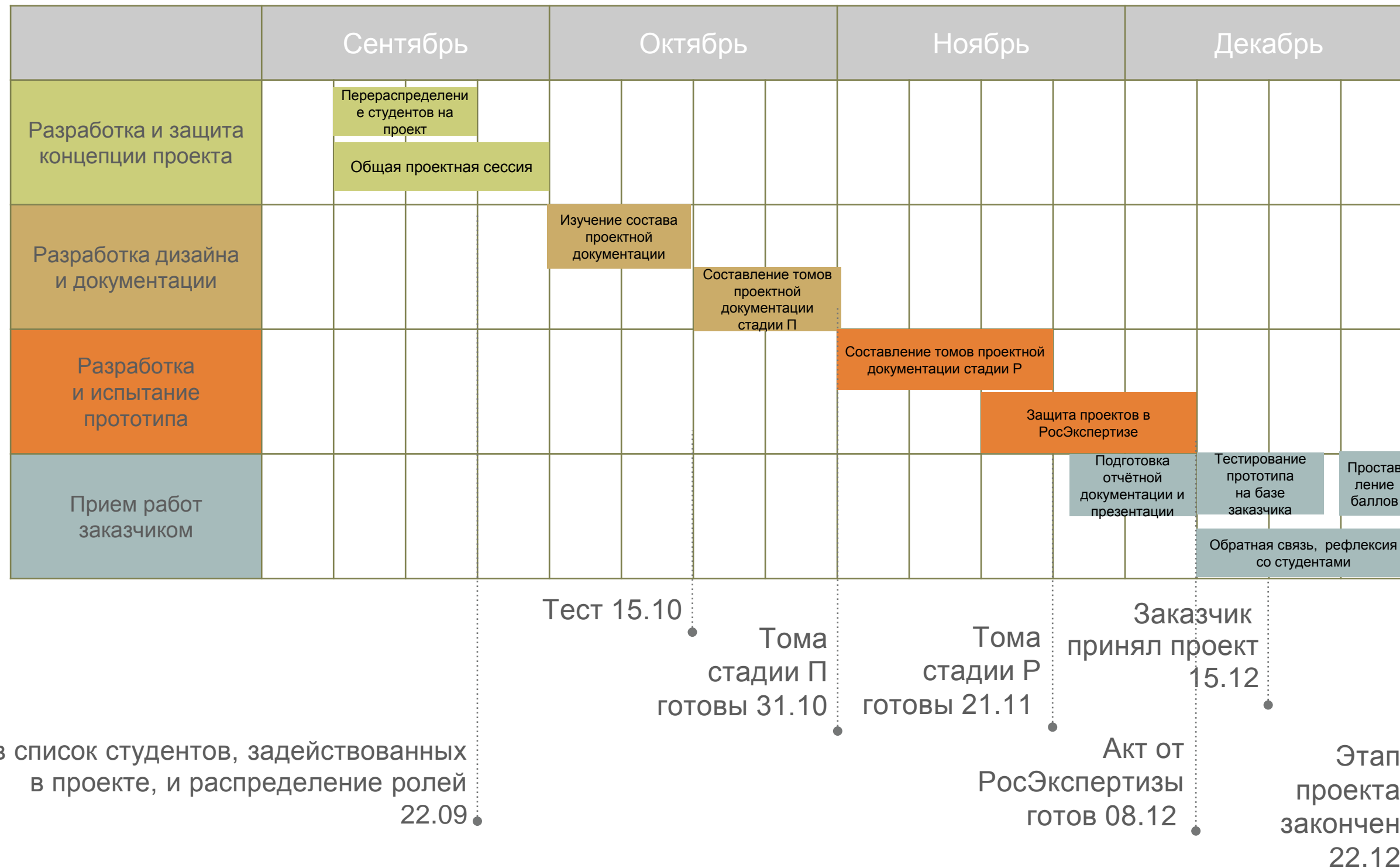




## ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 4 курс 2 семестр

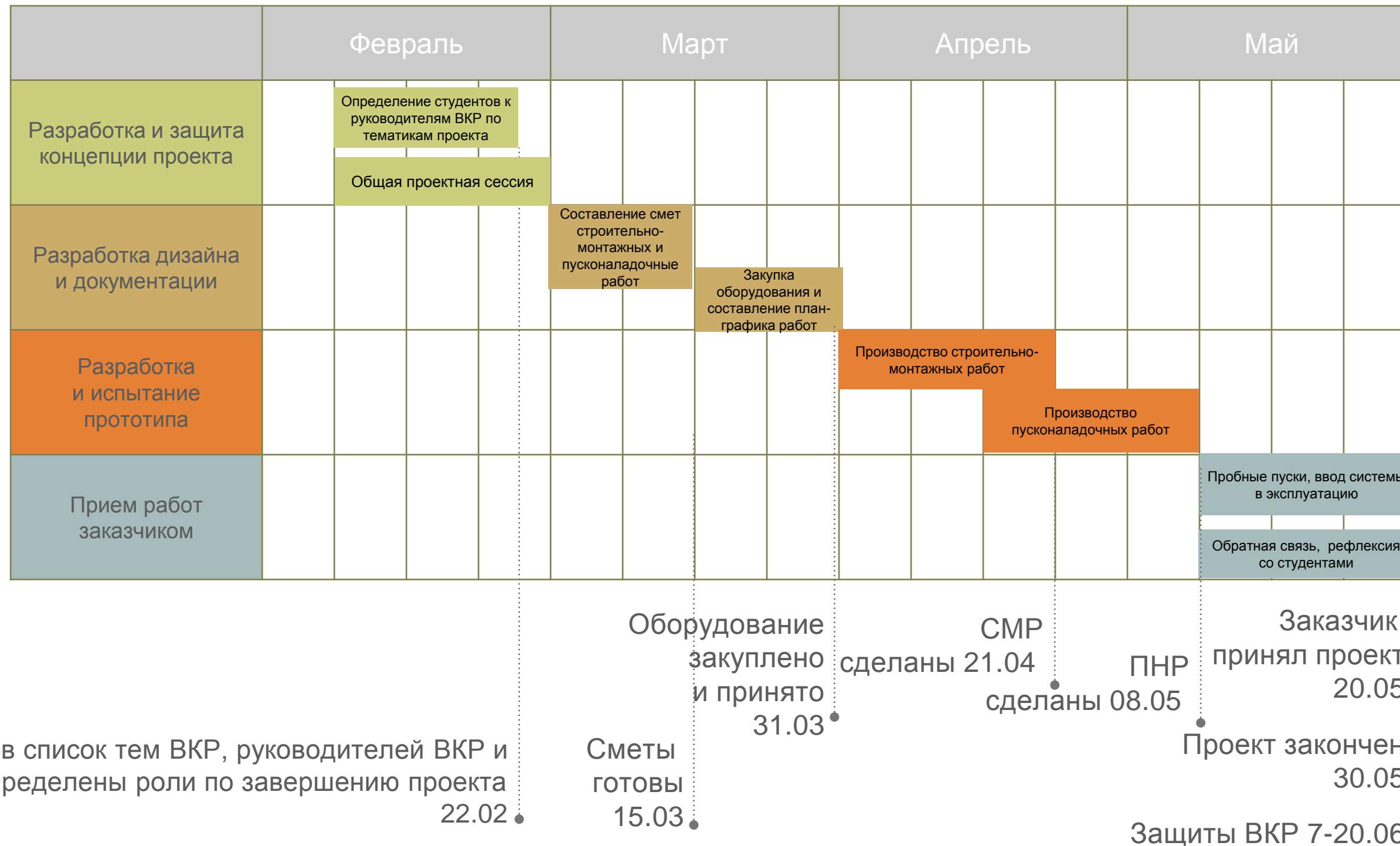


# ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 5 курс 1 семестр





## ГРАФИК РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ 5 курс 2 семестр



## Этап 1. «Изучение фотоэлектрических преобразователей»

### Задача 1:

1. Знакомство с основами полупроводниковой техники и фотоэлектрических преобразователей
2. Уяснить модель электронно-дырочной проводимости, рассмотреть виды преобразователей: фотоэлектрический, элемент Пельтье, элемент Холла, элемент Поккельса и т.д.. Фотовольтаические преобразователи.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Конструктор Знаток «Альтернативная энергия»
4. Срок выполнения: с 01.10 по 16.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Основные характеристики фотоэлектрических преобразователей
2. Исследование габаритных показателей, материалов изготовления, прочностных характеристик, вариантов исполнения и дизайна и т.д.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Солнечная батарея SilaSolar 400Вт PERC ( 5BB )
4. Срок выполнения: с 17.10 по 31.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Изучение схем питания электрических компонентов от солнечных батарей
2. Исследование мощности, нагрузочной способности, количества элементов, размер элементов, вольтаж без нагрузки, рабочий вольтаж, ток короткого замыкания, рабочий ток, максимальный вольтаж, эффективность модуля, эффективность ячейки, возможность параллельной работы и т.д.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Солнечная батарея SilaSolar 400Вт PERC ( 5BB )
4. Срок выполнения: с 01.11 по 21.11
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;



## Этап 1. «Изучение фотоэлектрических преобразователей»

### Задача 4:

1. Исследование влияния природно-техногенных факторов на работу солнечных батарей
2. Исследование влияния на эффективность: угла освещенности, частотного спектра освещения (инфракрасный, ультрафиолетовый), типа освещения (солнце, лампа накаливания, светодиодная лампа), запыленности, заснеженности, затуманивания, входа из строя части поверхности и т.д.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: набор светильников и солнце.
4. Срок выполнения: с 22.11 по 07.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.11 по 07.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 2. «Обследование энергетического хозяйства корпуса и системы внешнего электроснабжения»

### Задача 1:

1. Составление структурной схемы электроснабжения корпуса
2. Запрос/определение параметров внешнего электроснабжения, составление структуры потребителей, их категоризация, определение местоположения ЩЭ, составление структурной схемы городской подстанции.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio или AutoCAD
4. Срок выполнения: с 01.03 по 15.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Составление поэтажного плана электрической подстанции с фотофиксацией
2. Проведение габаритных измерений внутреннего пространства подстанции, фотографирование всего электротехнического оборудования, определение типов, количества, марок, мощностей электротехнического оборудования.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: фотоаппарат со вспышкой, лазерный дальномер
4. Срок выполнения: с 16.03 по 31.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Проведение замеров теплоэнергетических характеристик работы подстанции
2. Проведение длительных замеров токов, напряжения, мощности, гармонического состава, характера потребления. Формирование тепловизионной картины работы оборудования.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Токовые клещи, тепловизор
4. Срок выполнения: с 01.04 по 21.04
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;



## Этап 2. «Обследование энергетического хозяйства корпуса и системы внешнего электроснабжения»

### Задача 4:

1. Составление электрической схемы электроснабжения до последних ЩЭ
2. Отрисовка с использованием условных графических изображений и правил оформления электрических схем электрической схемы электроснабжения корпуса от системы внешнего электроснабжения до последних ЩЭ
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio.
4. Срок выполнения: с 16.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Составление паспорта подстанции и системы электроснабжения корпуса
2. Оформление паспорта подстанции и системы электроснабжения корпуса с подготовкой презентации
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Word, Visio, AutoCAD, PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 3. «Разработка структурной и функциональной схемы ветро-солнечной электростанции»

### Задача 1:

1. Расчёт необходимой мощности электростанции
2. На основе работ по этапу 2 определить состав потребителей, характер нагрузок и, с учётом перспективного развития рассчитать необходимую мощность электростанции. Учесть технологические потери, коэффициент мощности, питания дополнительных систем мониторинга, автоматике и т.д..
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Excel
4. Срок выполнения: с 01.10 по 15.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Расчёт количества солнечных батарей
2. На основе работ по этапу 1 и 2.1 выбрать тип солнечных батарей и определить их количество.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Excel
4. Срок выполнения: с 16.10 по 31.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Компоновка дополнительных функциональных узлов
2. На основе знаний о роде тока, работ по этапам 1,2 и 3 определить необходимое дополнительное оборудование
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Excel
4. Срок выполнения: с 01.11 по 21.11



## Этап 3. «Разработка структурной и функциональной схемы ветро-солнечной электростанции»

### Задача 4:

1. Составление однолинейной схемы электростанции
2. На основе работ по этапам 1,2,3 и правил составления однолинейных электрических схем нарисовать схему электростанции
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio, AutoCAD
4. Срок выполнения: с 16.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 4. «Изучение ветрогенераторов»

### Задача 1:

1. Изучение основ электрических машин
2. Уяснить модель и схемы замещения трансформатора, двигателя постоянного тока, синхронного и асинхронного двигателей.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Конструктор Merkur Motors and Gears 3222 M 2.2
4. Срок выполнения: с 01.03 по 15.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Характеристики электрических двигателей и генераторов
2. Исследование габаритных показателей, материалов изготовления, прочностных характеристик, вариантов исполнения и дизайна и т.д. электродвигателей
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: лаборатория электрических машин
4. Срок выполнения: с 16.03 по 31.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Исследование режимов работы двигателей и генераторов
2. Исследование мощности, нагрузочной способности, количества элементов, размер элементов, вольтаж без нагрузки, рабочий вольтаж, ток короткого замыкания, рабочий ток, максимальный вольтаж, эффективность модуля, эффективность ячейки, возможность параллельной работы и т.д.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: лаборатория электрических машин
4. Срок выполнения: с 01.04 по 21.04
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 4. «Изучение ветрогенераторов»

### Задача 4:

1. Параллельная работа генераторов
2. Исследование параллельной работы генераторов на сеть. Синхронизация с сетью.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: лаборатория электрических машин
4. Срок выполнения: с 16.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;



## Этап 5. «Изучение силовой электроники, принципов преобразования и накопления электроэнергии»

### Задача 1:

1. Основы силовой электроники
2. Исследование принципов работы IGBT, MOSFET, IGCT, GTO.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: IGBT модуль 800А, 3300В, Chopper, IHV
4. Срок выполнения: с 01.10 по 15.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Изучение принципов построения и исследование работы выпрямителей и инверторов
2. Исследование схем на основе IGBT модулей, схем выпрямителей и инверторов
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: управляемые преобразователи с IGBT
4. Срок выполнения: с 16.10 по 31.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Изучение принципов построения и исследование работы DC-DC преобразователей
2. Изучение схем и характеристик различных DC-DC преобразователей
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Преобразователь DC-DC модульный TRACO POWER TMR 1210
4. Срок выполнения: с 01.11 по 21.11
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## **Этап 5. «Изучение силовой электроники, принципов преобразования и накопления электроэнергии»**

### **Задача 4:**

1. Основы электрохимии, электрические, электрохимические, индукционные и гибридные накопители энергии
2. Изучение принципов построения электрических, электрохимических, индукционных и гибридных накопителей энергии, циклов заряда/разряда, схем включения и защиты
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: аккумуляторы
4. Срок выполнения: с 16.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### **Задача 5:**

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 6. «Изучение коммутационных аппаратов и систем автоматизации электрохозяйства»

### Задача 1:

1. Основы коммутации электрического тока, типы коммутационных аппаратов, устройство, назначение, принцип работы
2. Исследование дуговых разрядов при отключении цепи с током
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: генератор Тесла, роговые разрядники
4. Срок выполнения: с 01.03 по 31.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Схемы распределительных устройств электрических станций. Порядок переключения коммутационных аппаратов
2. Изучение правил построения схем распределительных устройств электрических станций и порядка переключения коммутационных аппаратов
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio
4. Срок выполнения: с 01.03 по 31.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Системы электрических защит подстанций
2. Дуговой разряд, его отключение, схемы, параметры, виды защит, схемы их построения
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: терминал ИнТер-825
4. Срок выполнения: с 01.04 по 21.04
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;



## Этап 6. «Изучение коммутационных аппаратов и систем автоматизации электрохозяйства»

### Задача 4:

1. Автоматика электрических станций и автоматизация электрохозяйства
2. Исследование схем АПВ, УРОВ, АЧР, интеллектуальных терминалов присоединений
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: учебная тяговая подстанция
4. Срок выполнения: с 16.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 7. «Составление принципиальной электрической схемы ветро-солнечной электростанции»

### Задача 1:

1. Декомпозиция структурной и функциональной схем
2. На основе работ этапов 1-6 разработать детализации структурной схемы.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio
4. Срок выполнения: с 01.10 по 31.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Составление детальных электрических схем каждого функционального блока
2. На основе работ этапов 1-7 нарисовать детальные электрические схемы каждого функционального блока
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio
4. Срок выполнения: с 01.10 по 31.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Составление схем слаботочных сетей
2. На основе работ этапов 1-7 нарисовать схемы слаботочных сетей
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio
4. Срок выполнения: с 01.11 по 21.11
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 7. «Составление принципиальной электрической схемы ветро-солнечной электростанции»

### Задача 4:

1. Предварительный выбор параметров всех элементов электрической схемы
2. На основе работ этапов 1-7 рассчитать параметров всех элементов электрической схемы
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Excel
4. Срок выполнения: с 16.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;



## Этап 8. «Моделирование совмещенных схем питания корпуса и ветро-солнечной электростанции»

### Задача 1:

1. Изучение среды моделирования силовых электроэнергетических систем
2. Разработать схемы замещения и модели всех силовых элементов схемы
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с Visio
4. Срок выполнения: с 01.03 по 15.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Создание схемы электростанции и внешнего электроснабжения в программном комплексе
2. Исследование габаритных показателей, материалов изготовления, прочностных характеристик, вариантов исполнения и дизайна и т.д.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с MatLab/Simulink
4. Срок выполнения: с 16.03 по 31.03
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Моделирование рабочих, вынужденных и аварийных режимов работы схемы
2. Производство расчётов рабочих, вынужденных и аварийных режимов работы схемы
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с MatLab/Simulink
4. Срок выполнения: с 01.04 по 21.04
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 8. «Моделирование совмещенных схем питания корпуса и ветро-солнечной электростанции»

### Задача 4:

1. Окончательный выбор параметров всех элементов электрической схемы и уставок электрических защит
2. На основе работ этапа 8 произвести окончательный расчёт параметров всех элементов электрической схемы и уставок электрических защит
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с MatLab
4. Срок выполнения: с 16.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 9. «Составление проектной документации стадии П и Р»

### Задача 1:

1. Изучение состава проектной документации
2. Расписать состав необходимых томов проектной документации для выполняемого проекта
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Конструктор Знаток «Альтернативная энергия»
4. Срок выполнения: с 01.10 по 15.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 2:

1. Составление томов проектной документации стадии П
2. Разработать проектную документацию стадии П
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Солнечная батарея SilaSolar 400Вт PERC ( 5BB )
4. Срок выполнения: с 16.10 по 31.10
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 3:

1. Составление томов проектной документации стадии Р
2. Разработать проектную документацию стадии Р
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Солнечная батарея SilaSolar 400Вт PERC ( 5BB )
4. Срок выполнения: с 01.11 по 21.11
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;



## Этап 9. «Составление проектной документации стадии П и Р»

### Задача 4:

1. Защита проектов в РосЭкспертизе
2. Подготовиться к защите проекта в РосЭкспертизе, пройти реальную или постановочную защиту
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: набор светильников и солнце.
4. Срок выполнения: с 16.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

### Задача 5:

1. Подготовка отчётной документации и презентации
2. Оформить проведенные исследования в виде отчёта, по которому составить презентацию
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 23.11 по 08.12
5. Баллы за выполнение задачи: 0-17;

## Этап 10. «Строительно-монтажные и пусконаладочные работы»

### Задача 1:

1. Составление смет строительно-монтажных и пусконаладочные работ
2. Составить сметы по проекту.
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: программа сметы
4. Срок выполнения: с 01.03 по 15.03
5. Баллы за выполнение задачи: В рамках дипломного проектирования

### Задача 2:

1. Закупка оборудования и составление план-графика работ
2. Разработать проект в MS Project
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПУ с MS Project
4. Срок выполнения: с 16.03 по 31.03
5. Баллы за выполнение задачи: В рамках дипломного проектирования

### Задача 3:

1. Производство строительно-монтажных работ
2. На основе работ этапов 1-10 выполнить строительно-монтажные работы
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: Солнечная батарея SilaSolar 400Вт PERC ( 5BB )
4. Срок выполнения: с 01.04 по 21.04
5. Баллы за выполнение задачи: В рамках дипломного проектирования

## Этап 10. «Строительно-монтажные и пусконаладочные работы»

### Задача 4:

1. Производство пусконаладочных работ
2. На основе работ этапов 1-10 выполнить пусконаладочных работы
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: набор светильников и солнце.
4. Срок выполнения: с 16.04 по 08.05
5. Баллы за выполнение задачи: В рамках дипломного проектирования

### Задача 5:

1. Пробные пуски, ввод системы в эксплуатацию
2. Запустить систему
3. Ресурсы, необходимые для выполнения задачи: ПК с программой PowerPoint
4. Срок выполнения: с 08.05 по 30.05
5. Баллы за выполнение задачи: В рамках дипломного проектирования



# СВОДНАЯ ТАБЛИЦА БАЛЛОВ



<b>N</b>	<b>ЗАДАЧИ</b>	<b>БАЛЛЫ</b>
1	Изучение фотоэлектрических преобразователей	0-100
1.1	Основы полупроводниковой техники и фотоэлектрических преобразователей	0-17
1.2	Основные характеристики фотоэлектрических преобразователей	0-17
1.3	Изучение схем питания электрических компонентов от солнечных батарей	0-17
1.4	Исследование влияния природно-техногенных факторов на работу солнечных батарей	0-17
1.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17
	<b>ЗАЩИТА ЭТАПА ПРОЕКТА</b>	0 – 15
2	Обследование энергетического хозяйства корпуса и системы внешнего электроснабжения	0-100
2.1	Составление структурной схемы электроснабжения корпуса	0-17
2.2	Составление поэтажного плана электрической подстанции с фотофиксацией	0-17
2.3	Проведение замеров теплоэнергетических характеристик работы подстанции	0-17
2.4	Составление электрической схемы электроснабжения до последних ЩЭ	0-17
2.5	Составление паспорта подстанции и системы электроснабжения корпуса	0-17

# СВОДНАЯ ТАБЛИЦА БАЛЛОВ



<b>N</b>	<b>ЗАДАЧИ</b>	<b>БАЛЛЫ</b>
3	Разработка структурной и функциональной схемы ветро-солнечной электростанции	0-100
3.1	Расчёт необходимой мощности электростанции	0-17
3.2	Расчёт количества солнечных батарей	0-17
3.3	Компоновка дополнительных функциональных узлов	0-17
3.4	Составление однолинейной схемы электростанции	0-17
3.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17
	<b>ЗАЩИТА ЭТАПА ПРОЕКТА</b>	0 – 15
4	Изучение ветрогенераторов	0-100
4.1	Изучение основ электрических машин	0-17
4.2	Характеристики электрических двигателей и генераторов	0-17
4.3	Исследование режимов работы двигателей и генераторов	0-17
4.4	Параллельная работа генераторов	0-17
4.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17
	<b>ЗАЩИТА ЭТАПА ПРОЕКТА</b>	0 – 15

# СВОДНАЯ ТАБЛИЦА БАЛЛОВ



<b>N</b>	<b>ЗАДАЧИ</b>	<b>БАЛЛЫ</b>
5	Изучение силовой электроники, принципов преобразования и накопления электроэнергии	0-100
5.1	Основы силовой электроники	0-17
5.2	Изучение принципов построения и исследование работы выпрямителей и инверторов	0-17
5.3	Изучение принципов построения и исследование работы DC-DC преобразователей	0-17
5.4	Основы электрохимии, электрические, электрохимические, индукционные и гибридные накопитель энергии	0-17
5.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17
	<b>ЗАЩИТА ЭТАПА ПРОЕКТА</b>	0 – 15
6	Изучение коммутационных аппаратов и систем автоматизации электрохозяйства	0-100
6.1	Основы коммутации электрического тока, типы коммутационных аппаратов, устройство, назначение, принцип работы	0-17
6.2	Схемы распределительных устройств электрических станций. Порядок переключения коммутационных аппаратов	0-17
6.3	Системы электрических защит подстанций	0-17
6.4	Автоматика электрических станций и автоматизация электрохозяйства	0-17
6.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17
	<b>ЗАЩИТА ЭТАПА ПРОЕКТА</b>	0 – 15



# СВОДНАЯ ТАБЛИЦА БАЛЛОВ



<b>N</b>	<b>ЗАДАЧИ</b>	<b>БАЛЛЫ</b>
7	Составление принципиальной электрической схемы ветро-солнечной электростанции	0-100
7.1	Декомпозиция структурной и функциональной схем	0-17
7.2	Составление детальных электрических схем каждого функционального блока	0-17
7.3	Составление схем слаботочных сетей	0-17
7.4	Предварительный выбор параметров всех элементов электрической схемы	0-17
7.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17
	<b>ЗАЩИТА ЭТАПА ПРОЕКТА</b>	0 – 15
8	Моделирование совмещенных схем питания корпуса и ветро-солнечной электростанции	0-100
8.1	Изучение среды моделирования силовых электроэнергетических систем	0-17
8.2	Создание схемы электростанции и внешнего электроснабжения в программном комплексе	0-17
8.3	Моделирование рабочих, вынужденных и аварийных режимов работы схемы	0-17
8.4	Окончательный выбор параметров всех элементов электрической схемы и уставок электрических защит	0-17
8.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17

# СВОДНАЯ ТАБЛИЦА БАЛЛОВ



<b>N</b>	<b>ЗАДАЧИ</b>	<b>БАЛЛЫ</b>
9	Составление проектной документации стадии П и Р	0-100
9.1	Изучение состава проектной документации	0-17
9.2	Составление томов проектной документации стадии П	0-17
9.3	Составление томов проектной документации стадии Р	0-17
9.4	Защита проектов в РосЭкспертизе	0-17
9.5	Подготовка отчётной документации и презентации	0-17
	<b>ЗАЩИТА ЭТАПА ПРОЕКТА</b>	0 – 15
10	Строительно-монтажные и пусконаладочные работы	
10.1	Составление смет строительно-монтажных и пусконаладочные работ	В рамках ВКР
10.2	Закупка оборудования и составление план-графика работ	В рамках ВКР
10.3	Производство строительно-монтажных работ	В рамках ВКР
10.4	Производство пусконаладочных работ	В рамках ВКР
10.5	Пробные пуски, ввод системы в эксплуатацию	В рамках ВКР
	<b>ЗАЩИТА ПРОЕКТА</b>	Диплом

# ГРАФИК ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

---

График образовательного процесса совпадает с учебным планом специальности

Планируемые мастер-классы:

- 1) Работа в среде моделирования силовых электроэнергетических систем
- 2) Защита проектов в РосЭкспертизе
- 3) Подготовка и оформление томов проекта стадии П и Р
- 4) Расчёт и эксплуатация накопителей энергии
- 5) Расчёт инверторов
- 6) Сборка электротехнических устройств
- 7) Практика пусконаладочных работ

# РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТА

---



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России

125 лет



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА  
РУТ (МИИТ)

Для получения итогового продукта необходимо:

## Оборудование

внешние ресурсы:

Диод шоттки МС4 15А

Держатель предохранителя ANL

Автомат защиты постоянного тока 63-550

Коннектор МС4 30А

Коннектор МС4 Y-2

Коннектор МС4 Y-4

Кабель солнечный 6 мм<sup>2</sup> красный красный

Балансир заряда для четырех АКБ 12 Вольт

Перемычка для аккумуляторов 260/25 под болт М8

Гибридный солнечный инвертор SILA PRO 4000М ( PF - 1.0 )

Предохранитель ANL 200А

Аккумулятор SunStonePower ML12-200

Солнечная батарея SilaSolar 400Вт PERC ( 5BB )

Кабель солнечный 6 мм<sup>2</sup> черный

Перемычка для аккумуляторов 1500/25 под болт М8

Фотодатчики

Микропроцессорная система слежения за освещенностью

Система сервоприводов

## Расходники

Бумага А3, А4, отладочные комплекты микроконтроллеров







Гибридный солнечный инвертор SILA PRO 4000M ( PF - 1.0 )

Солнечная батарея SilaSolar 400Вт PERC ( 5BB )



Аккумулятор SunStonePower ML12-200



Автомат защиты постоянного тока 63-550



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Минтранс России

125 лет



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТРАНСПОРТА  
РУТ (МИИТ)



Транспортный  
университет

# Спасибо за внимание!

**Руководители:**

**Гречишников Виктор Александрович, [victor\\_gre@mail.ru](mailto:victor_gre@mail.ru)  
Шевлюгин Максим Валерьевич, [Mx\\_Sx@mail.ru](mailto:Mx_Sx@mail.ru)**

