

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	51	17	34	0	93	0	0	93	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Куклин Дмитрий Игоревич, ассистент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 — Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1

знания:

на уровне представлений: состав и назначение энергетической установки в составе космического аппарата.

на уровне воспроизведения: знание общих моделей и расчетных зависимостей для определенных характеристик энергетической установки.

на уровне понимания: подходы к обоснованию оптимальных параметров и конструкции энергетической установки, выполняющей конкретную задачу;

умения:

теоретические: умение использовать расчетные модели для проектирования элементов энергетической установки .

практические: уметь выбирать и обосновывать конструктивную схему ЭУ в соответствии с ее функциональным назначением;

навыки:

расчет основных параметров энергетической установки, по конкретному проектированию и конструированию элементов энергетической установки.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭНЕРГОСИСТЕМЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения ракетостроения и космонавтики, способы их применения в профессиональном контексте
- ПК-1 — Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части
- ПК-94 — Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-1
4	7	Раздел 1. Состав систем КА. Значение системы электропитания. 1.1.Требования, предъявляемые к элементам системы электропитания. 1.2.Анализ условий эксплуатации. Классификация ЭУ.	29	8	3	5	21	25
4	7	Раздел 2. Солнечные энергоустановки. 2.1.Технология изготовления фотопреобразователей. 2.2.Проектирование солнечных батарей. 2.3.Конструкция солнечных батарей. 2.4.Радиационные воздействия. Защитные мероприятия.	55	23	6	17	32	25
4	7	Раздел 3. Химические источники тока. 3.1.Виды аккумуляторных батарей. 3.2.Математическая модель аккумуляторной батареи. 3.3.Выбор типа, размера аккумуляторной батареи. 3.4.Совместный расчет солнечных и аккумуляторных батарей.	44	16	4	12	28	25
4	7	Раздел 4. Термоэлектрические преобразователи. 4.1.Физические основы рабочего процесса и схема термоэлемента. 4.2.Термоэлектрические материалы. 4.3.Расчет параметров ЭУ на основе термоэлектрических преобразователей. 4.4. Радиоизотопные генераторы.	16	4	4	0	12	25
Всего за 7 семестр			144	51	17	34	93	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Состав систем КА. Значение системы электропитания.	Исследование характеристик солнечных модулей	5
2	Раздел 2. Солнечные энергоустановки.	Исследование зависимости выходной мощности солнечной батареи от угла поворота солнечных батарей к источнику света	17
3	Раздел 3. Химические источники тока.	Исследование работы автономной солнечной фотоэлектрической системы	12
4	Раздел 4. Термоэлектрические преобразователи.	Расчет параметров ЭУ на основе термоэлектрических преобразователей.	0
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Состав систем КА. Значение системы электропитания.	Подготовка к практическим занятиям	21
2	Раздел 2. Солнечные энергоустановки.	Подготовка к практическим занятиям	32
3	Раздел 3. Химические источники тока.	Подготовка к практическим занятиям	28
4	Раздел 4. Термоэлектрические преобразователи.	Подготовка к практическим занятиям	12
Всего за 7 семестр			93

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7				ЛР	ДЗ	ДР		ЛР		ДР	ДЗ	ЛР		Вопр.Диф.Зач		ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Козлов, В. В. Ходосов. . Системы электропитания космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
2. В. В. Ходосов. . Энергетические установки космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 37 экз.
3. Л. И. Калягин, В. В. Ходосов. . Солнечная фотоэлектрическая система. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 17 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова; <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Типовой комплект учебного оборудования «солнечная фотоэлектрическая система» СФЭС-НР-ПО.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭНЕРГОСИСТЕМЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных принципов функционирования ЭУ различных типов. Позволяет понять основные принципы проектирования и эксплуатации ЭУ, пригодных для использования в космических аппаратах различного назначения, приобрести запас знаний о конструктивных особенностях ЭУ различных типов, о существующих методах проектирования и конструирования основных узлов и агрегатах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Состав систем КА. Значение системы электропитания.		
Подготовка к практическим занятиям	В. В. Ходосов. . Энергетические установки космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	21
Итого по разделу 1		21
Раздел 2. Солнечные энергоустановки.		
Подготовка к практическим занятиям	Л. И. Калягин, В. В. Ходосов. . Солнечная фотоэлектрическая система: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1,2)	32
Итого по разделу 2		32
Раздел 3. Химические источники тока.		
Подготовка к практическим занятиям	А. Г. Козлов, В. В. Ходосов. . Системы электропитания космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2,3)	28
Итого по разделу 3		28
Раздел 4. Термоэлектрические преобразователи.		
Подготовка к практическим занятиям	В. В. Ходосов. . Энергетические установки космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (4)	12
Итого по разделу 4		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Лабораторная работа

Темы лабораторных работ.

1. Исследование характеристик солнечных модулей.
2. Исследование зависимости выходной мощности солнечной батареи от угла поворота солнечных батарей к источнику света.
3. Исследование работы автономной солнечной фотоэлектрической системы.

Отчет по лабораторной работе представляется в печатной или рукописной форме и включает в схемы лабораторной установки, графический материал, иллюстрирующий изменение рассматриваемых параметров системы электропитания в зависимости от условий освещенности, а также ответы на проверочные вопросы.

Критерии оценивания:

- 10 баллов: Студент ответил на вопрос преподавателя.
- 5 баллов: Студент не ответил на первый вопрос преподавателя, но на второй вопрос ответил верно.
- 0 баллов: Студент не ответил ни на один вопрос преподавателя.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке или повторной защите:

- отсутствия необходимых разделов и необходимого графического материала,
- ошибок в проведенных расчетах.

Домашнее задание

Темы домашних заданий.

1. Определение условий освещенности
2. Расчет параметров системы электропитания космического аппарата на базе солнечных фотоэлектрических преобразователей.

Домашнее задание считается принятым при выполнении всех следующих критериев:

- правильность результатов расчета;
- правильность выполнения графической части задания;
- правильность оформления отчета (структурная упорядоченность, наличие всех необходимых разделов);
- допускаются незначительные исправления в отчете.

Домашнее задание не может быть принято и подлежит доработке в случае:

- ошибок в расчетах и при оформлении графического материала;
- небрежного и безграмотного оформления отчета.

При сдаче домашнего задания предусматриваются ответы студента на вопрос преподавателя.

Критерии оценивания:

- 20 баллов: Студент ответил на вопрос преподавателя.
- 10 баллов: Студент не ответил на первый вопрос преподавателя, но на второй вопрос ответил верно.
- 5 баллов: Студент не ответил на первый и второй вопрос преподавателя, но на последующие вопросы ответил верно.
- 0 баллов: Студент не ответил на три вопроса преподавателя. Работа подлежит повторной сдаче.

Вопросы к дифференцированному зачету

Контрольное мероприятие считается выполненным, если получен верный ответ на вопрос преподавателя. Перечень вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет оформляется по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий. Оценка за дифференцированный зачет определяется на основе суммарного количества полученных студентом баллов:

менее 60 - не зачтено;

60 – 74 - зачтено-удовлетворительно;

75 – 84 - зачтено-хорошо;

85 и более - зачтено-отлично.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-1	
4	7	Раздел 1. Состав систем КА. Значение системы электропитания.	29	8	3	5	21	25	Лабораторная работа
4	7	Раздел 2. Солнечные энергоустановки.	55	23	6	17	32	25	Домашнее задание, Лабораторная работа
4	7	Раздел 3. Химические источники тока.	44	16	4	12	28	25	Лабораторная работа, Домашнее задание
4	7	Раздел 4. Термоэлектрические преобразователи.	16	4	4	0	12	25	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	

Оценочные материалы по дисциплине ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

ПК-1 - Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Изложите основные технологические операции изготовления пластин ФП и физику процесса формирования носителей зарядов в зоне проводимости полупроводника.
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В чем заключается основное преимущество многокаскадных ФЭП перед однопереходными и чем это обосновано?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
В чем заключается свойство автономности РИТЭГ-ов в космосе.
1. Независимость от внешних источников тока.
 2. Невозможность регулирования выходной мощности.
 3. Использование РИТЭГ-ов на непилотируемых КА.
 4. Бесконечное время работы РИТЭГ-а.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Укажите основные функции, которые могут выполнять химические источники тока (ХИТ) на борту КА.
1. Буферные источники.
 2. Генераторы электроэнергии.
 3. Резервные источники питания.
 4. Аварийные источники питания.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие требования предъявляют к топливам РИТЭГ-ов?
1. Чистый альфа-распад.
 2. Высокое значение удельной топливной мощности.
 3. Большой период полураспада.
 4. Низкая температура плавления.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Назовите способы борьбы с последствиями частичного затенения солнечной батареи.
1. Использование блокирующих диодов.
 2. Использование просветляющих покрытий.
 3. Использование шунтирующих диодов.
 4. Использование концентраторов излучения.
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие между типами полупроводников и типами проводимости.
- А - p-тип

Б - n-тип

1 - электронная проводимость

2 - дырочная проводимость

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между электрохимической схемой аккумулятора и характеристиками.

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Серебряно-цинковый | А. Самое высокое значение саморазряда |
| 2. Серебряно-кадмиевый | Б. Наибольшее число рабочих циклов |
| 3. Никель-кадмиевый | В. Наименьшее число рабочих циклов |
| 4. Никель-водородный | Г. Высокая пожароопасность при разгерметизации |
| 5. Литий-ионный | Д. Высокая токсичность |

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите материалы ФЭП в хронологическом порядке их внедрения в космическую технику.

1. Арсенид-галиевые
2. Кремниевые
3. Многопереходные

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность процессов при изготовлении ФЭП из монокристаллического кремния.

1. Легирование.
2. Очистка остаточных примесей методом зонной плавки.
3. Очистка основных примесей.
4. Расплавление кремния в тигле.
5. Получение единого кристалла кремния методом направленной кристаллизации.
6. Нарезка кристалла на тонкие пластины.
7. Обрезка краев для получения большего коэффициента заполнения.
8. Приклеивание лицевого и тыльного контактов, а также защитного покрытия.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Как ведет себя КПД солнечной панели при увеличении её температуры выше 298 К?

1. Растет.
2. Падает.
3. Сначала падает потом растет.
4. КПД солнечной панели не зависит от температуры.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Максимальная длина волны электромагнитного излучения, при которой возможно протекание фототока равно:

1. 1 мм.
2. Длина волны электромагнитного излучения, энергия которого равна ширине запрещенной зоне материала ФЭП.
3. Длина волны электромагнитного излучения, энергия которого равна работе выхода материала ФЭП.
4. Длина волны электромагнитного излучения, энергия которого равна энергии активации материала ФЭП.