

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Автоматизации и управления»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №11 от 11 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ»

Направление: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Системы и средства автоматизации в металлургической промышленности

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Лазарева Ольга
Викторовна
Дата подписания: 08.07.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Елшин Виктор
Владимирович
Дата подписания: 09.07.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Диагностика и надёжность автоматизированных систем» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность проводить оценку функционирования объекта управления, средств и систем автоматизации, обеспечивать их безопасную и эффективную работу, сопровождать проекты создания, реконструкции, модернизации АСУТП	ПКС-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.1	Способен выбирать метрологически и функционально надёжное оборудование при проектировании АСУ ТП; осуществлять оценку работоспособности комплекса технических средств; обеспечивать надёжность средств и систем автоматизации на стадии их эксплуатации	Знать функциональные и числовые показатели надёжности и ремонтпригодности технических и программных элементов и систем; методы анализа (расчёта) автоматизированных технических и программных систем; способы анализа технической эффективности автоматизированных систем; методы диагностирования технических и программных систем. Уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надёжности и ремонтпригодности технических элементов и систем; синтезировать локальные технические системы с заданным уровнем надёжности Владеть навыками оценки показателей надёжности и ремонтпригодности технических элементов и систем планирования мероприятий по обеспечению метрологической и функциональной работоспособности КТС АСУ ТП на стадии расчёта комплекта ЗИП, составления графиков ТОиР.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Диагностика и надёжность автоматизированных систем» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Учебная практика: ознакомительная практика», «Теоретическая механика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика», «Средства технологических измерений», «Системы противоаварийной защиты технологических процессов и производств», «Исполнительные устройства систем управления», «Технические средства автоматизации и управления»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	57	57
лекции	38	38
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	19	19
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	51	51
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Надежность устройств и технических систем	1	10			1, 2, 3, 4	8	1, 2	24	Контрольн ая работа, Тест
2	Методы повышения надежности устройств и систем	2	10			5, 6	7	1, 2	19	Контрольн ая работа, Тест
3	Обеспечение надежности элементов и систем при эксплуатации.	3	8			7, 8	4	2	4	Тест
4	Основы технической диагностики	4	10					2	4	Тест
	Промежуточная									Зачет

	аттестация								
	Всего		38				19		51

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Надежность устройств и технических систем	Понятие надежности, безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости. Основные случайные события в теории надежности. Понятие отказа. Виды отказов. Функциональные, статистические и числовые показатели безотказности. Основы математического описания надежности элементов и технических систем. Законы распределения времени безотказной работы (нормальный, экспоненциальный, Релея, Вейбулла, логарифмичекий и т.д.). Виды и этапы расчета надежности элементов и систем. Математическое описание надежности комплексов программ. Показатели надежности человеко-машинных систем. Понятие системы и их классификация. Структуры систем, модели надежности простых технических систем. Применение метода структурной схемы надежности. Критерии отказа и условия надежности простых технических систем. Определение характеристик надежности систем с последовательным соединением элементов. Методы повышения надежности ПТС. Расчет надежности, основанный на использовании параллельно-последовательных структур. Способы преобразования сложных структурных схем надежности. Методы оценки надежности устройств и систем при внезапных и постепенных отказах. Применение графов состояний для расчета надежности восстанавливаемых систем. Функциональные характеристики ремонтпригодности. Комплексные показатели надежности. Поток отказов и восстановлений (закон Пуассона). Оценка показателей надежности восстанавливаемых нерезервированных систем.
2	Методы повышения надежности устройств и систем	Понятие и виды резервирования. Структурное резервирование и его разновидности. Расчет надежности при разных способах структурного резервирования: замещением, с дробной и целой кратностью (нагруженный и ненагруженный резерв). Анализ надежности дублированной группы при нагруженном резерве с учетом различного характера отказов устройств. Структурное резервирование систем с восстановлением. Значение контроля состояния

		резерва восстанавливаемых систем. Расчет надежности систем с временным резервированием. Повышение надежности технических систем.
3	Обеспечение надежности элементов и систем при эксплуатации.	Организация эксплуатации. Основные задачи эксплуатации. Функции эксплуатационного и ремонтного персонала. Обеспечение запасными частями. Расчет количества ЗИП невозстанавливаемых и восстанавливаемых элементов методом вероятности достаточности и по экономическим критериям. Стратегия технического обслуживания. Определение параметров технического обслуживания при явных и неявных отказах. Виды испытаний на надежность. Определительные испытания. Контрольные испытания. Использование результатов контрольных испытаний. Тактика контрольных испытаний. Лабораторные испытания. Проверка и испытания программ. Организация эксплуатации. Основные задачи эксплуатации. Функции эксплуатационного и ремонтного персонала. Обеспечение запасными частями. Расчет количества ЗИП невозстанавливаемых и восстанавливаемых элементов методом вероятности достаточности и по экономическим критериям. Стратегия технического обслуживания. Определение параметров технического обслуживания при явных и неявных отказах.
4	Основы технической диагностики	Диагностирование как средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Задачи и объекты диагностирования. Основные показатели технических средств диагностирования. Организационные основы диагностирования. Тестовое и функциональное диагностирование. Методы проверки работоспособности, поиска дефекта, прогнозирования. Алгоритмы диагностирования и диагностические модели. Средства и системы диагностирования. Элементы технических средств диагностирования.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет количественных показателей надежности по параметрам закона распределения времени	2

	безотказной работы	
2	Расчет количественных показателей надежности по статистическим данным об отказах	2
3	Расчет надежности элементов и систем по критериям работоспособности	2
4	Расчет надежности восстанавливаемых устройств	2
5	Расчет надежности систем с усложненной структурой	3
6	Расчет надежности систем с резервированием	4
7	Расчет параметров испытаний элементов и систем на надежность	2
8	Расчет параметров технического обслуживания и выбор плана ТО	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	35
2	Тестирование по разделам дисциплин	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: не применяются

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия предназначены для закрепления теоретического материала посредством решения задач. На каждом практическом занятии будут разбираться и совместно с преподавателем решаться типовые задачи по темам учебного курса, далее студентам будут предложены задачи для самостоятельного решения.

При выполнении практических работ используется учебное пособие: Малафеев С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 200100 - "Приборостроение" спец. 200103 - "Авиационные приборы и измер.-вычисл. комплексы" / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин, 2012. - 313 с. Методические указания к практическим работам по дисциплине:

Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств", профиль "Автоматизация процессов и производств непрерывного типа" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 42 с.

<http://elibrary.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-20291.pdf>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Главной целью самостоятельной работы по дисциплине «Диагностика и надежность автоматизированных систем» является закрепление и расширение теоретических знаний об основных проблемах надежности и эффективности технологических систем, возникающих на различных этапах их жизненного цикла:

- 1) задание требований по надежности технологических систем и нормирование (распределение) требований по надежности их элементов на стадии разработки;
- 2) выбор рациональной структуры технологической системы и обоснование необходимого резервирования, уровня контролепригодности и восстанавливаемости;
- 3) обоснование основных принципов (направлений) и программ обеспечения надежности технологических систем и их элементов при их создании и эксплуатации;
- 4) оценка уровня показателей надежности технологических систем и их элементов на основе априорной информации и по результатам отработки, производства и эксплуатации;
- 5) диагностирование и прогнозирование технического состояния технологических систем и их элементов;
- 6) выбор и обоснование планов испытаний технологических систем и их элементов на надежность.

Изучение теоретического материала по дисциплине является непременной составляющей СРС, осуществляемой вне зависимости от посещаемости студентом лекционных занятий.

В рамках этого вида СРС студент должен изучать теоретический материал, используя:

- собственный конспект лекций;
- теоретические разделы практических занятий;
- основную и дополнительную литературу по дисциплине;
- ЭОР по дисциплине <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1806>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

В процессе изучения курса студент должен выполнить самостоятельно три контрольные работы. Задания приведены в электронном ресурсе <https://el.istu.edu/course/view.php?id=1806>, выполненные задания студентом прикрепляются к соответствующим вкладкам в этом же ресурсе. Требования к оформлению работ также приведены в означенном ресурсе.

Контрольная работа №1 включает в себя решение двух задач по варианту. Вариант задач выбирается по номеру зачетки.

Контрольная работа №2 включает в себя решение пяти задач по варианту. Вариант задач выбирается по списку.

Контрольная работа №3 включает в себя решение одной задачи по варианту. Вариант задач выбирается по списку.

Пример задания:

Контрольная работа №1

Задача 1. Выбираем вариант по предпоследней цифре зачетки

Задача 2. Выбираем вариант по последней цифре зачетки

ПРИМЕР:

Вариант 0: Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5}$ Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента $P(t)$, $Q(t)$, $f(t)$ для $t_{cp} = 1000$ ч

Вариант 0: Время работы элемента до отказа подчинено нормальному закону с параметрами $T_{cp} = 8000$ ч, $\sigma = 2000$ ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $P(t)$, $Q(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$ для $t_{cp} = 10000$ ч

Контрольная работа №2

Задания на контрольную работу приведены в методических указаниях: Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств", профиль "Автоматизация процессов и производств непрерывного типа" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 42 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-20291.pdf>.

Контрольная работа №3

ПРИМЕР:

Вариант 4: Схема расчета надежности показана на рис. 3.7. Вероятность безотказной работы элементов соответственно равна $p_1 = 0,9$, $p_2 = 0,8$. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа изделия.

Критерии оценивания.

каждая контрольная работа оценивается в 5 баллов

5,4 балла Студент демонстрирует умения на итоговом уровне: все задания выполнены верно, сделаны необходимые пояснения к ходу выполнения контрольной работы, аккуратная техника исполнения работы и ее оформления

3 Студент демонстрирует умения на среднем уровне: в контрольной работе допущены незначительные ошибки, неточности.

2-1 Студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, отсутствуют пояснения к решению, расчеты и графики выполнены без использования пакетов прикладных программ.

0 Задача решена неправильно. Студентом проявляется полное или практически полное отсутствие умений и навыков.

6.1.2 семестр 4 | Тест

Описание процедуры.

Для проведения текущего контроля успеваемости студентов по дисциплине используется тестирование, с помощью которого оцениваются знания основ теории надежности, методов исследования надежности и достоверности результатов исследований.

Тестирование проводится в форме множественного выбора, которое предполагает выбор одного правильного ответа из предложенных альтернативных вариантов. При подготовке к тестированию студенту необходимо проработать лекционный материал.

В тестовых заданиях осуществляется контроль уровня знаний студентов по всем дидактическим единицам дисциплины.

Тестирование проводится в электронной форме по ссылке

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1806>. Тест состоит из 30 тестовых заданий. На выполнение теста отводится 30 минут.

Пример тестового задания

1) Как соотносятся понятия «исправность» и «работоспособность»:

а) понятие «исправность» шире;

- б) оба понятия равнозначны;
- в) понятие «работоспособность» шире.
- 2) Как изменяется вероятность безотказной работы в течение жизненного цикла:
 - а) не меняется;
 - б) сначала увеличивается, затем - уменьшается;
 - в) сначала уменьшается, затем – увеличивается;
 - г) сначала увеличивается, затем остается неизменной, а в конце – снижается.
- 3) Что является признаком простейшего потока отказов
 - а) повторяемость;
 - б) ординарность;
 - в) равномерность.
- 4) На время восстановления отказавшего изделия влияет
 - а) объем запасных компонентов изделия;
 - б) стоимость ремонта;
 - в).уровень квалификации исполнителя.
- 5) Нормальное распределение хорошо описывает:
 - а).количество отказавших в единицу времени элементов;
 - б).отклонение фактической величины контролируемого параметра от номинальной;
 - в).интенсивность отказов в процессе выработки ресурса изделия;
- 6) Экспоненциальное распределение хорошо описывает:
 - а).наработку до отказа элементов выборки;
 - б). отклонение фактической величины контролируемого параметра от номинальной;
 - в). количество отказов элементов в процессе эксплуатации.
- 7) По результатам контрольных испытаний на надежность необходимо определить:
 - а) минимальную наработку изделий из партии;
 - б) максимальное значение интенсивности отказов;
 - в) возможность обеспечения заданных показателей безотказности.
- 8) Риск потребителя представляет собой:
 - а) вероятность ошибочной браковки исправного изделия;
 - б) вероятность ошибочной приемки партии с высоким процентом брака;
 - в) вероятность ошибочной приемки некондиционного изделия

Критерии оценивания.

За каждый правильный ответ начисляется 1 балл, оценкой за тест является максимальное количество баллов, полученных студентом. Результаты тестирования входят в рейтинг по дисциплине (промежуточная аттестация).

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.1	Способен рассчитать надежность системы управления, выбрать оборудование АСУТП с учетом требований надежности, применять	Контрольная работа, тестирование

	методы повышения надежности при проектировании и эксплуатации системы управления	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет по дисциплине проводится по рейтинговой шкале

Рейтинг каждого обучающегося по дисциплине определяется от 0 до 100 баллов, полученных в процессе освоения данной дисциплины как сумма баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации, из расчета:

- 65% от текущего контроля
- 35% от промежуточной аттестации.

Текущий контроль включает работу на практических занятиях, выполнение контрольных работ, тестирование. Промежуточная аттестация включает зачет в виде собеседования по вопросам

Пример задания:

Перечень вопросов на зачет:

1. Основные задачи теории надежности, математический аппарат теории надежности.
2. Основные понятия надежности: элемент и система, работоспособность и отказ элемента; классификация отказов.
3. Основные составляющие надежности: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность
4. Функциональные показатели надежности: функции надежности (риска), функции восстановления (не восстановления), плотность и интенсивность отказов (восстановления), готовность системы
5. Взаимосвязь функциональных показателей.
6. Числовые показатели надежности: средняя наработка на отказ (восстановление), дисперсия наработки, гамма-ресурс, коэффициенты готовности и оперативной готовности.
7. Теоретические законы распределения вероятности наработки: Вейбулла, экспоненциальный, нормальный, усеченный и логарифмический нормальный.
8. Определенные испытания элементов (систем) на надежность
9. Планирование испытаний, методика экспериментирования, обработка результатов испытаний при определении статических распределений и точечных (интервальных) оценок показателей надежности.
10. Контрольные испытания технических элементов и систем
11. Понятие ошибок первого и второго рода, риски изготовителя и пользователя
12. Оценивание показателей надежности и ремонтпригодности по результатам наблюдения за функционирующими элементами и системами.
13. Анализ безызбыточных невосстанавливаемых технических систем; структурная надежностьная схема;
14. Расчет системных показателей надежности по характеристикам надежности элементов;
15. Способы повышения надежности нерезервирования нагруженных систем.

16. Понятие сложной системы в теории надежности
17. Показатели технической эффективности, технические состояния системы, вероятности возникновения дискретных состояний
18. Анализ задачи оценивания эффективности системы, способы понижения размерности задачи: «укрупнение» элементов, введение функциональных состояний, композиция «близких» состояний и др.
19. Автоматизированная техническая система как сложная восстанавливаемая система, анализ ее эффективности при разных понятиях состояния.
20. Программно-техническое резервирование, нагруженные и ненагруженные режимы функционирования резервированной системы.
21. Виды резервирования: временное, программное, информационное.
22. Зависимость показателей надежности ПО от числа ошибок в программах, различие показателей надежности ПО и технических систем
23. Понятие ошибки и отказа программы и программного обеспечения (ПО). Классификация ошибок и отказов на стадии эксплуатации ПО
24. Основные понятия, термины и ГОСТы диагностики технических систем
25. Связь диагностики с надежностью автоматизированных систем. Оперативная диагностика технологического оборудования и систем автоматизации
26. Рабочее и тестовое диагностирование; прогнозное диагностирование
27. Постоянное, периодическое и эпизодическое диагностирование технологических систем.
28. Оперативная диагностика программных систем
29. Автоматизация процесса диагностирования ПО
30. Способы повышения надежности устройств.
31. Обеспечение надежности АСУТП (программа обеспечения надежности ПОН).
32. Диагностика автоматизированных систем непрерывного действия.
33. Пути повышения надежности АСУТП.
34. Расчет и обеспечение требуемого уровня надежности системы.
35. Надежность автоматизированных систем. Основная терминология. Сравнительная оценка методов определения надежности.
36. Методы расчета надежности автоматизированных систем на стадии проектирования с использованием коэффициентного метода.
37. Методы расчета надежности автоматизированных систем на стадии проектирования с использованием данных эксплуатации.
38. Теоретические основы обеспечения надежности при проектировании автоматизированных систем.
39. Ресурс системы управления.
40. Показатели надежности системы управления с восстановлением.
41. Типовые случаи расчета надежности изделия без резервирования с восстановлением работоспособности.
42. Типовые случаи расчета надежности изделия без резервирования и восстановления элементов.
43. Оценка состояния АСУТП по показателям функционирования.
44. Составление логической схемы для расчета надежности системы.
45. Условия эксплуатации применительно к надежности.
40. Основные составляющие надежности: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость, долговечность.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Правильно выполнены все контрольные работы, посещаемость выше 60%, даны полные ответы на вопросы зачета	Не выполнены контрольные работы, низкая посещаемость в течение семестра, нет ответов на предложенные контрольные вопросы

7 Основная учебная литература

1. Бочкарев С. В. Диагностика и надежность автоматизированных технологических систем : учебное пособие для вузов по направлению "Автоматизация технологических процессов и производств" / С. В. Бочкарев, А. И. Цаплин, А. Г. Схиртладзе, 2015. - 615 с.
2. Шишмарёв В. Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебник для высшего профессионального образования / В. Ю. Шишмарёв, 2013. - 351, [1] с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям для бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств", профиль "Автоматизация процессов и производств непрерывного типа" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 42 с.
<http://elibrary.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-20291.pdf>
2. Малафеев С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 200100 - "Приборостроение" спец. 200103 - "Авиационные приборы и измер.-вычисл. комплексы" / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин, 2012. - 313 с.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер
2. Microsoft Windows Seven Professional [1x500] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x500])_поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.