

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.4 «ДАТЧИКИ И СЕНСОРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ»

направления подготовки

15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль «Интеллектуальные информационно-управляющие системы»

(для дисциплин, реализуемых в рамках профиля)

Форма обучения	заочная
Курс	3
Семестр	6
Зачетных единиц	3
часов в неделю	4
Всего часов	108 час
Лекции	4 час
включая установочные	
Практические занятия	4 час
Самостоятельная работа	100 час
Контрольная работа	6 сем
Зачет	6 сем

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

Целью дисциплины «Датчики и сенсоры автоматизированных систем» является изучение методов и средств сбора и обработки информации о состоянии внутренних и внешних систем технологического оборудования.

Важной частью системы управления является система очувствления (или сенсорная система). Она содержит датчики состояния всех элементов исполнительной системы технологического оборудования. Это позволяет использовать информационную систему в качестве источника необходимой информации и сигналов обратной связи для системы управления.

В настоящее время наиболее широко разработаны и используются тактильные, силомоментные, локационные и визуальные сенсорные системы. Современные датчики и сенсоры — это сложные устройства, созданные на базе современных достижений электроники, вычислительной и информационной техники, а также, физические принципы построения измерительных преобразователей и алгоритмы обработки информации в системах управления.

Таким образом, курс «Датчики и сенсоры автоматизированных систем» является одной из фундаментальных дисциплин в процессе подготовки специалистов к производственной и исследовательской работе в области создания систем автоматизации технологических процессов.

Задачи изучения дисциплины:

В процессе обучения студенты должны получить:

- знание структур, принципов действия, областей применения и методов расчета принципиальных схем и конструкций информационных устройств аналогового и цифрового действия, в интегральном исполнении и на дискретных элементах;
- умение выполнить проектно-конструкторские и расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию информационных устройств и систем, обеспечить их надежное функционирование и рациональное техническое обслуживание;
- навыки решения творческих исследовательских задач за счет самостоятельного изучения и проработки технического задания, изучения литературы, синтеза устройств и их экспериментального исследования.

Полученные знания и умения должны создавать у студента уверенность в себе и чувство ответственности за качество своей работы и порученное ему дело.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для эффективного изучения дисциплины «Датчики и сенсоры автоматизированных систем» нужны знания и умения, приобретенные в процессе изучения курсов: «Математика», «Физика», «Химия»,

«Информационные технологии», «Инженерная графика», «Теоретическая механика», «Электротехника и электроника».

Усвоение материала курса облегчено тем, что параллельно соответствующим разделам курса читаются такие дисциплины, как «Теория автоматического управления в области автоматизации производственных процессов и производств».

Материал курса используется при изучении дисциплин: «Управление в автоматизированном производстве», «Автоматизация управления жизненным циклом продукции».

Знание материала курса необходимо также для выполнения производственной практики, а также при курсовом и дипломном проектировании.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

(ОПК-1) способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда

Знает: принципы и требования разработки к сенсорам и датчикам, используемым в устройствах управления технологическим оборудованием; области применения и методы расчета принципиальных схем и конструкций сенсорных устройств и датчиков аналогового и цифрового действия; подходы к модернизации и повышению качества обработки информации сенсоров и датчиков

Умеет: разработать требования к сенсорным системам очувствления технологического оборудования в заданных условиях максимально высокого качества с минимальными потерями в цикле производства; оценить жизненный цикл сенсорного устройства и датчика; выполнить расчётные работы по предварительной оценке качества регистрируемых и распознаваемых сигналов, обеспечить возможности модернизации и повышения качества обрабатываемых информационных сигналов.

Владеет: опытом создания технических заданий на модернизацию и автоматизацию уже существующих и новых сенсоров и датчиков в целях очувствления технологического оборудования в заданных условиях, изучения научно-технической литературы и применение новых инженерных и научных открытий на практике

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы
----------	----------	--------	-------------------	------

				Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6 семестр								
1		1	Элементная база датчиков и сенсоров	76	2		2	72
2		2	Методы обработки информации	32	2		2	28
Всего				108	4		4	100

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Литература
1	2	3	4	5
1	2	1	Введение. Основные понятия и определения. Анализ основных особенностей современных систем сенсоров и датчиков. Общие сведения о датчиках информационных систем: характеристики датчиков, процесс измерения, качество измерения с точки зрения подхода информационной модели.	1,3,5,8-15
2	2	2	Анализ и реализация на современных языках программирования стандартных методов обработки данных	2, 4, 6, 8-11,13-15

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрено

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	
1	2	3	4
1	2	Методы обработки сигналов. Модельные примеры.	1,3,5
2	2	Обработка потока данных с сенсорных устройств в реальном времени.	2,4,6,7

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Литература
1	2	3	4
1	8	Способы компенсации и учёта погрешностей датчиков. Элементы информационных систем. Чувствительные элементы датчиков.	1-3, 8-12, 15
1	8	Элементы информационных систем. Измерительные схемы датчиков. Измерительные усилители.	1-3, 8-12, 15
1	8	Подходы к обработке сложных нестационарных данных в сенсорных системах. Методы снижения шумов и помех.	1-3, 8-12, 15
1	16	Кинестетические датчики: датчики положения и перемещения, резистивные датчики положения, электромагнитные датчики положения. Системы тактильного типа.	1-3, 8-12, 15
1	16	Измерение скорости и динамических факторов: датчики скорости (тахогенераторы переменного и постоянного тока), датчики динамических величин (пьезоэлектрические, магнитоупругие, электростатические, электромагнитные датчики)	1-3, 8-12, 15
1	8	Локационные информационные системы. Теоретические основы локации. Электромагнитные локационные системы. Акустические локационные системы.	1-3, 8-12, 15
1	8	Системы технического зрения. Основы формирования и передачи изображения. Датчики изображения (видиконы, телекамеры различных типов). Устройства ввода/вывода изображений. Форматы хранения изображений.	2, 4, 6, 8-11,13-15
2	28	Алгоритмы обработки данных. Статистическая обработка. Фильтрация данных. Алгоритмы обработки изображений. Распознавание образов.	1-6, 10-15

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС.

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала; отчетов по практическим работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания, в проведении модулей и практических занятий как способов межсессионной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Показателем оценивания степени усвоения знаний этого элемента компетенции, является оценка, полученная на зачете (соценкой) при ответе на вопросы для зачета. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для зачета. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине.

Умения и навыки, приобретенные студентом при преподавании рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения практических заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Показателем оценивания степени усвоения знаний этого элемента компетенции, является оценка, полученная при представлении материалов и докладе по выданной теме. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	5 баллов выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	4 балла выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой

	<p>последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.</p>
<p>удовлетворительно</p>	<p>3 балла выставляется студенту, если задание на практическую работу выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.</p>
<p>неудовлетворительно</p>	<p>2 балла выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.</p>

Процедура оценивания знаний, умений, навыков включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу зачета с последующим проставлением оценки.

Вопросы для зачета

1. Классификация и общая характеристика сенсоров и датчиков, применяемых для автоматизации производства: требования, основные параметры и режимы работы.
2. Структурная схема и функционирование основных блоков системы сенсорного очувствления. Связь с известными сегодня бионическими объектами.
3. Информационная модель процесса измерения. Различные типы погрешности датчиков. Способы минимизации погрешности различных типов.

4. Оптические чувствительные элементы информационных систем.
5. Преобразователи Холла как чувствительные элементы информационных систем.
6. Измерительные параметрические схемы датчиков.
7. Генераторные измерительные схемы датчиков.
8. Измерительные усилители. Сложности эксплуатации.
9. Электромагнитные датчики положения. Краткая характеристика резольверов, растровых электромагнитных датчиков, редуктосинов, индуктосинов.
10. Фотоэлектрические датчики положения. Общие сведения о растровых, импульсных, кодовых и прецизионных оптических датчиках.
11. Основные типы датчиков скорости (тахогенераторы переменного и постоянного тока).
12. Основные типы применяемых сегодня датчиков динамических величин (пьезоэлектрические, магнитоупругие, электростатические, электродинамические датчики).
13. Теоретические основы локации. Направленность излучения. Модуляция и детектирование сигналов.
14. Электромагнитные локационные системы. Магнитные, вихретоковые, электромагнитные локационные системы общего и специального назначения.
15. Акустические локационные системы. Теоретические основы – акустическая среда, распространение звука, основные характеристики звуковых волн.
16. Датчики и системы акустических локационных систем. Области применения.
17. Оптические локационные системы. Теоретические основы оптики.
18. Лазерные оптические локационные системы.
19. Системы технического зрения. Понятие о видеосигнале. Способы кодирования цвета.
20. Датчики изображения (видиконы, различные телекамеры)
21. Устройства ввода и хранения изображений. Кодирование видеосигнала.
22. Форматы хранения изображений в системах технического зрения.
23. Распознавание изображения. Алгоритмы и подходы цифровой обработки данных изображений.
24. Системы тактильного типа. Принципы силомоментного осязания робота.
25. Методы распознавания контактных ситуаций.
26. Тактильные датчики (касание, контактное давление, проскальзывание).

Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом

Задания к контрольным работам

1. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения углового положения и угловой скорости патрона токарного станка. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
2. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения температуры обмоток двигателя технологического оборудования. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
3. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения уровня жидкости в бойлере. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
4. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения угловой скорости поворота автомобиля. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
5. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения размеров заготовки перед фрезерованием. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
6. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения ускорения, которое испытывает манипулятор промышленного робота. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
7. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для обнаружения детали на конвейере. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
8. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения положения резца токарного станка, относительно обрабатываемой заготовки. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
9. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения степени натяжения ленты конвейера. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.
10. Предложите тип датчика, а также схему его подключения для измерения толщины лакокрасочного покрытия детали. Обоснуйте свой выбор. Оцените диапазон измеряемых величин и погрешность измерений.

Контрольные задания для проверки умений и навыков

1. Рассчитайте информацию, содержащуюся в выпадении сообщения «6» на игральной кости, в не менее, чем 3х информационных подходах.

2. Как изменяется энтропия воды при её фазовых превращениях?
3. Как обеспечить инвариантность чувствительности пьезоэлектрического элемента к его размерам?
4. Что такое сечение Кюри?
5. Изобразите диаграмму направленности светодиода.
6. Условие равновесие для мостовой схемы измерительного устройства.
7. Что такое синфазная помеха?
8. Изобразите силовые линии магнитного поля резольвера.
9. Понятие электрической редукции – расшифруйте.
10. Отличия индуктивных и индукционных датчиков.
11. Для чего в растровых датчиках применяется интерполяция?
12. Пусть диск импульсного датчика содержит 5000 штрихов. Чему равна погрешность такого импульсного датчика?
13. Назовите отличия унитарного и прямого двоичного кодов.
14. Выберите тип модуляции сигнала с самым узким спектром.
15. Подберите датчик для контроля ферромагнитных материалов и диэлектриков. Можно ли использовать вихретоковый датчик?
16. Что такое линейчатый спектр? Какое колебание будет обладать таким?
17. Какие параметры будут описывать расхождение и затухание ультразвуковой волны?
18. Разница между дискретизацией и квантованием сигнала. Опишите ситуацию, оптимальную для первого и второго случаев.
19. Опишите особенности линейной и медианной фильтрации видеосигналов.
20. Запишите выражения для чёрного, зелёного и оранжевого цветов в модели RGB.
21. Опишите сущность ситуационного управления.
22. Зависит ли линейность функции преобразования тактильной матрицы от приложенной силы?

14. Образовательные технологии

Для успешного освоения дисциплины в ходе изложения материала используются лекции на основе мультимедийных презентаций. При изложении материала лектор обсуждает проблемные вопросы, направленные на практическую и самостоятельную деятельность студента.

Для развития самостоятельной активности в изучении материала студентам предлагается использование интернет-ресурсов (электронных каталогов, специализированных порталов и сайтов), подготовка к участию в дискуссиях по предлагаемым темам курса. По всем практическим и самостоятельным работам студентам предлагается индивидуальное задание.

При решении задач студенты делятся на пары. Члены каждой микрогруппы придумывают тесты для проверки задачи коллеги, а также проверяют решения друг друга.

При обучении лиц с ограниченными возможностями и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

Для достижения планируемых результатов также используются следующие образовательные технологии:

- Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.

- Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

- Личностно ориентированное обучение, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

- Разбор ситуации по компьютерной симуляции объектов проектирования при создании современной системы управления на примере создания узла – по вариантам

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала; отчетов по лабораторным работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для организации системы управления информационной безопасностью, в проведении модулей и коллоквиумов, как способов межсессионной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

15. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Датчики [Электронный ресурс]: справочное пособие/ В.М. Шарапов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 624 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>
ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Афонин В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы [Электронный ресурс]/ Афонин В.Л., Макушкин В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 222 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22407.html>
ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Родин Б.П. Механика робота [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Родин Б.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 56 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18393.html>
ЭБС «IPRbooks», по паролю.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Подураев Ю.В. Мехатроника. Основы, методы, применение [Электронный ресурс]: учебник/ Подураев Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2007.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5207.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Рафаэл Гонсалес Цифровая обработка изображений [Электронный ресурс]/ Рафаэл Гонсалес, Ричард Вудс— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 1104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26905.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Сальников И.И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений [Электронный ресурс]/ Сальников И.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 246 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17411.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Новейшие методы обработки изображений [Электронный ресурс]/ А.А. Потапов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 497 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17366.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

8. www.edu.ru - Федеральный портал «Российское образование»
9. www.informika.ru - Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций
10. Интернет - энциклопедия Wikipedia: <http://ru.wikipedia.org>
- информационно-справочный портал корпорации Microsoft
11. <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/default.aspx>

12. Образовательном портале Виртуальной академии Microsoft
<http://www.microsoftvirtualacademy.com/>

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

13. Автоматизация и современные технологии

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26105.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

14. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Управление, вычислительная техника и информатика

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7058.html> — ЭБС «IPRbooks», по паролю

ИСТОЧНИКИ ИОС

15. Все лекционные и учебно-методические материалы размещены в электронной форме в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.03.04z/b.11.2.5/default.asp>

х

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лекционные и практические занятия проходят с использованием компьютеров в типовом компьютерном классе, оборудованном специализированной учебной мебелью, технических средств обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).

Для проведения практических занятий требуются компьютерные классы с программным обеспечением (Microsoft Office 2007/2010, VisualC++, Matlab), рассчитанные на обучение группы студентов из 10–15 человек, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям, работающие под управлением операционной системы Microsoft Windows XP или Windows 7 с подключением к сети Internet.

Электронная библиотека

вуза: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/mellib>

Электронная информационно-образовательная среда: <https://portal.sstu.ru>