

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

Кафедра «Технология и системы управления в машиностроении»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **М.1.1.12 «Машинное обучение»**

направления подготовки

### **15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**

профиль 2 «Информационные технологии автоматизации»

*Квалификация - магистр*

форма обучения – очная

курс – 2

семестр – 3

зачетных единиц – 2

часов в неделю – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 6

коллоквиумы – 2

практические занятия – 28

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 36

зачет – 3 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование профессиональных компетенций в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом; приобретение студентами знаний в области теоретических основ и практического применения математического аппарата методов машинного обучения.

Задачи изучения дисциплины: изучение базовых понятий и фундаментальных концепций методов машинного обучения, а также принципов обработки информационных сигналов на основе систем искусственного интеллекта.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Данная учебная дисциплина относится к вариативной части учебного плана подготовки магистра по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения курсов «Искусственный интеллект и обработка больших данных», «Теория оптимизации и статистическая динамика автоматических систем», «Хранение и защита компьютерной информации».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Профессиональных

**ОПК-3** *способностью разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием;*

**Знать:** математические основы методов машинного обучения и их роль в управлении информационными потоками на производстве;

**Уметь:** применять математические методы машинного обучения для анализа автоматизированных технологических процессов и производств;

**Владеть:** современными программными комплексами, реализующими методы машинного обучения, для анализа автоматизированных технологических процессов и производств;

**ПК-15** *способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления,*

*проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов*

**Знать:** роль методов машинного обучения в разработке современных автоматизированных технологических процессов и производств;

**Уметь:** правильно подбирать подходящие методы машинного обучения для решения различных задач, связанных с анализом автоматизированных технологических процессов и производств;

**Владеть:** современными методами машинного обучения для анализа автоматизированных технологических процессов и производств;

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

№ Мо-ду-ля	№ Нед-ели	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
3 семестр									
1	1	1	Основные понятия и примеры прикладных задач. Метрические методы классификации и регрессии.	6	1	-	-	-	5
1	1-5	2	Логические методы классификации. Градиентные методы обучения.	14	1	-	-	8	5
1	6	3	Метод опорных векторов	12	-	2	-	-	10
2	7	4	Многомерная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.	6	1	-	-	-	5
3	7-11	5	Прогнозирование временных рядов. Критерии выбора моделей и методы отбора признаков	14	1	-	-	8	5
4	12-16	6	Байесовская классификация и оценивание плотности. Кластеризация и частичное обучение.	14	1	-	-	8	5
5	16	7	Поиск ассоциативных правил	6	1	-	-	-	5
<b>Всего</b>				<b>72</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>36</b>

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
<b>Семестр 3</b>				
1	1	1	<b>Основные понятия и примеры прикладных задач. Метрические методы классификации и регрессии.</b> Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль. Обобщённый метрический классификатор. Метод ближайших соседей kNN и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля.	1-9
2	1	1	<b>Логические методы классификации. Градиентные методы обучения.</b> Понятие логической закономерности. Параметрические семейства закономерностей: конъюнкции пороговых правил, синдромные правила, шары, гиперплоскости. Линейный классификатор, модель МакКаллока-Питтса, непрерывные аппроксимации пороговой функции потерь. Метод стохастического градиента SG.	1-9
4	1	2	<b>Многомерная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.</b> Задача регрессии, многомерная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов, его вероятностный смысл и геометрический смысл. Проблема переобучения. Обобщённая аддитивная модель (GAM): метод настройки с возвращениями (backfitting) Хасти-Тибширани.	1-9
5	1	2	<b>Прогнозирование временных рядов. Критерии выбора моделей и методы отбора признаков.</b> Задача прогнозирования временных рядов. Примеры приложений. Экспоненциальное скользящее среднее. Модель Хольта. Модель Тейла-Вейджа. Модель Хольта-Уинтерса. Критерии качества классификации: чувствительность и специфичность, ROC-кривая и AUC, точность и полнота, AUC-PR. Внутренние и внешние критерии. Эмпирические и аналитические критерии.	1-9
6	1	3	<b>Байесовская классификация и оценивание плотности. Кластеризация и частичное обучение.</b> Принцип максимума апостериорной вероятности. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Оценивание плотности распределения: три основных подхода. Наивный	1-9

			байесовский классификатор. Постановка задачи кластеризации. Примеры прикладных задач. Типы кластерных структур. Постановка задачи Semisupervised Learning, примеры приложений. Оптимизационные постановки задач кластеризации и частичного обучения.	
<b>7</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>Поиск ассоциативных правил.</b> Понятие ассоциативного правила и его связь с понятием логической закономерности. Примеры прикладных задач: анализ рыночных корзин, выделение терминов и тематики текстов.	<b>1-9</b>

## 6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
<b>Семестр 3</b>				
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>Метод опорных векторов.</b> Оптимальная разделяющая гиперплоскость. Понятие зазора между классами (margin). Случаи линейной разделимости и отсутствия линейной разделимости. Связь с минимизацией регуляризованного эмпирического риска. Кусочно-линейная функция потерь. Задача квадратичного программирования и двойственная задача. Понятие опорных векторов.	<b>1-9</b>

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
<b>Семестр 3</b>				
<b>2</b>	<b>8</b>	<b>1-4</b>	Логические методы классификации. Градиентные методы обучения. Практикум 1	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5-10</b>	Прогнозирование временных рядов. Критерии выбора моделей и методы отбора признаков. Практикум 2	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>11-14</b>	Байесовская классификация и оценивание плотности. Кластеризация и частичное обучение. Практикум 3	<b>15</b>

## 8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные занятия не предусмотрены

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
<b>Семестр 3</b>			
1	8	<b>Основные понятия и примеры прикладных задач. Метрические методы классификации и регрессии.</b> Изучение материалов лекций	<b>1-14</b>
2	8	<b>Логические методы классификации. Градиентные методы обучения.</b> Изучение материалов лекций. Подготовка рефератов	<b>1-14</b>
3	8	<b>Метод опорных векторов.</b> Подготовка к коллоквиуму	<b>1-14</b>
4	8	<b>Многомерная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.</b> Изучение материалов лекций. Подготовка выступлений	<b>1-14</b>
5	8	<b>Прогнозирование временных рядов. Критерии выбора моделей и методы отбора признаков.</b> Изучение материалов лекций. Подготовка выступлений	<b>1-14</b>
6	8	<b>Байесовская классификация и оценивание плотности. Кластеризация и частичное обучение.</b> Изучение материалов лекций	<b>1-14</b>
7	8	<b>Поиск ассоциативных правил.</b> Изучение материалов лекций	<b>1-14</b>

### Темы рефератов (выступлений):

1. Обучение с учителем.
2. Искусственная нейронная сеть.
3. Метод обратного распространения ошибки.
4. Метод опорных векторов.
5. Обучение без учителя.
6. Альфа-система подкрепления.
7. Метод ближайших соседей.
8. Обучение с подкреплением.
9. Обучение с частичным привлечением учителя.
10. Байесовская сеть.
11. Распознавание речи.
12. Распознавание образов.
13. Распознавание рукописного ввода.

### **ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА.**

Реферат (от лат. refero - докладываю, сообщаю) — краткое изложение научной проблемы, результатов научного исследования, содержащихся в одном или нескольких произведениях идей и т. п.

Реферат является научной работой, поскольку содержит в себе элементы научного исследования. В связи с этим к нему должны

предъявляться требования по оформлению, как к научной работе. Эти требования регламентируются государственными стандартами, в частности:

- ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
- ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».
- ГОСТ 7.80-2000 «Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления».
- ГОСТ 7.82—2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

#### *Формат*

Реферат должен быть выполнен на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным. Гарнитура шрифта основного текста — «Times New Roman» или аналогичная, кегль (размер) от 12 до 14 пунктов. Размеры полей (не менее): правое — 10 мм, верхнее, нижнее и левое — 20 мм. Формат абзаца: полное выравнивание («по ширине»), отступ — 8–12 мм, одинаковый по всему тексту.

Заголовки разделов и подразделов следует печатать на отдельной строке с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Выравнивание по центру или по левому краю. Отбивка: перед заголовком — 12 пунктов, после — 6 пунктов.

#### *Нумерация*

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту (титульный лист включают в общую нумерацию). Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки. На титульном листе номер не проставляют.

#### *Титульный лист*

В верхней части титульного листа пишется, в какой организации выполняется работа, далее буквами увеличенного кегля указывается тип («Реферат») и тема работы, ниже в правой половине листа — информация, кто выполнил и кто проверяет работу. В центре нижней части титульного листа пишется город и год выполнения.

#### *Библиография*

Библиографические ссылки в тексте реферата оформляются в виде номера источника в квадратных скобках.

Библиографическое описание (в списке источников) состоит из следующих элементов:

- основного заглавия;
- обозначения материала, заключенного в квадратные скобки;
- сведений, относящихся к заглавию, отделенных двоеточием;
- сведений об ответственности, отделенных наклонной чертой;
- при ссылке на статью из сборника или периодического издания — сведений о документе, в котором помещена составная часть, отделенных двумя наклонными чертами с пробелами до и после них;



- места издания, отделенного точкой и тире;
- имени издателя, отделенного двоеточием;
- даты издания, отделенной запятой.

### **10. Расчетно-графическая работа**

*Не предусмотрены учебным планом.*

### **11. Курсовая работа**

*Не предусмотрены учебным планом.*

### **12. Курсовой проект**

*Не предусмотрены учебным планом.*

## **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенций:

**ОПК-3** способностью разрабатывать (на основе действующих стандартов) методические и нормативные документы, техническую документацию в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием;

**ПК-15** способностью разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать качество выпускаемой продукции, производственных и технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов автоматизации, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством на основе проблемно-ориентированных методов

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

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично (зачтено)	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Хорошо (зачтено)	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 (зачтено)	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 при ответе и выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно (не зачтено)	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 на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения:

- практических работ,
- самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете по практическим работам и самостоятельной работе. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «не зачтено» («неудовлетворительно») и осуществляется путем анализа знаний теоретического материала и оформленного отчета.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала и оформленного отчета:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правил оформления отчета. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения лабораторной работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Зачтено (хорошо)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения и правил оформления отчета, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, 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.
Зачтено (удовлетворительно)	Выставляется студенту, если задание на практическую работа 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.
Не зачтено (неудовлетворительно)	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи, неумение оформить отчет. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо

	подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.
--	--

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Машинное обучение» включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу зачета.

### Вопросы для зачета

1. Что такое модель МакКаллока-Питтса (надо помнить формулу)?
2. Что такое правило Хэбба?
3. Какая функция потерь используется в SVM? В логистической регрессии? Какие ещё функции потерь Вы знаете?
4. Что такое ядро в SVM? Зачем вводятся ядра? Любая ли функция может быть ядром?
5. В каких алгоритмах классификации можно узнать не только классовую принадлежность классифицируемого объекта, но и вероятность того, что данный объект принадлежит каждому из классов?
6. Записать общую формулу байесовского классификатора (надо помнить формулу).
7. Что такое наивный байесовский классификатор?
8. Что такое сеть радиальных базисных функций?
9. Что такое ядерное сглаживание?
10. Что есть общего между ядром в непараметрической регрессии и ядром SVM?

### 14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением **информационно-коммуникационных образовательных технологий** (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (**лекции-визуализации**) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

При проведении практических и организации самостоятельной работ, в том числе и РГР, наряду с **традиционными образовательными технологиями** применяются **технологии проблемного обучения**, в виде организации учебной работы, направленной на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от магистра применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков, и **технологии**

*проектного обучения* (выполнение творческих и информационных проектов).

Для контроля выполнения самостоятельной работы и РГР применяются творческие задания, которые студенты выполняют самостоятельно в виде презентаций и рефератов.

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Основная**

1. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69955> (дата обращения: 15.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python / Л.П. Коэльо, В. Ричарт ; перевод с английского А.А. Слинкин. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — ISBN 978-5-97060-330-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82818> (дата обращения: 15.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Белов, В.В. Распознавание нечётко определяемых состояний технических систем : монография / В.В. Белов, А.Е. Смирнов, В.И. Чистякова. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2016. — 138 с. — ISBN 978-5-9912-0221-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111014> (дата обращения: 15.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Волкова, М.А. Методы обработки и распознавания изображений : учебно-методическое пособие / М.А. Волкова, В.Р. Луцив. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 40 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91416> (дата обращения: 15.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Местецкий, Л.М. Математические методы распознавания образов : учебное пособие / Л.М. Местецкий. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 156 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100634> (дата обращения: 15.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Панин, С.Д. Теория принятия решений и распознавание образов. Курс лекций : методические указания / С.Д. Панин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 239 с. — ISBN 978-5-7038-4482-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103548> (дата обращения: 15.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная**

7. Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования : учебное пособие / В.В. Вьюгин. — Москва : МЦНМО, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-4439-2014-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56397> (дата обращения: 15.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Кудрявцев, В. Б. Теория тестового распознавания [Текст] / Кудрявцев В. Б. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 321 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17474>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

9. Федотов, Н. Г. Теория признаков распознавания образов на основе стохастической геометрии и функционального анализа [Текст] / Федотов Н. Г. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 304 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24695>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

#### **Периодические издания**

10. Нейрокомпьютеры: разработка, применение [Текст] : науч.-техн. журн. - - ISSN 0869-5350.

#### **Интернет-ресурсы**

11. Машинное обучение

(<https://www.intuit.ru/studies/courses/13844/1241/info>)

12. Математические методы распознавания образов

(<https://www.intuit.ru/studies/courses/2265/243/info>)

13. Нейрокомпьютерные системы

(<https://www.intuit.ru/studies/courses/61/61/info>)

14. Проектирование систем искусственного интеллекта

(<https://www.intuit.ru/studies/courses/1122/167/info>)

#### **Источники ИОС**

15. Машинное обучение. Режим доступа:

[https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.04.04\\_1/%D0%9C.1.1.12/default.aspx](https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.04.04_1/%D0%9C.1.1.12/default.aspx), по паролю.

## **16. Материально-техническое обеспечение**

Учебные аудитории для чтения лекций и проведения практических работ: аудитории, оборудованные компьютерами с соответствующим программным обеспечением. Программные и технические средства, используемые при чтении лекций: персональный компьютер, проектор, Microsoft Power Point 2007.

Помещения для практических и самостоятельной работ студентов: аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ им. Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ им. Гагарина Ю.А..

Список лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7; Microsoft Office профессиональный плюс 2007; Adobe Acrobat Reader; Mathcad 14.0 M01; MathWork MATLAB R2012a.