

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Н И У « Б е л Г У »)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института инженерных и
цифровых технологии



К.А. Польщиков

18.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладные задачи машинного обучения

наименование дисциплины

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки Искусственный интеллект и наука о данных

Автор: Профессор, д.ф.-м.н. профессор Тулупьев Александр Львович, доцент, к.т.н.
Абрамов Максим Викторович

должность, ученая степень, ученое звание, инициалы и фамилия

Программа одобрена Кафедрой прикладной информатики информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8

дата

Программа согласована Кафедрой прикладной информатики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8

дата

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью учебной дисциплины «Прикладные задачи машинного обучения» является углубленное изучение прикладных аспектов машинного обучения, представления результатов и использования специфических инструментов разработки. Ключевой особенностью курса является практическая направленность и структурированность повествования. Практическая направленность достигается за счёт изучения и использования методов, подходов и алгоритмов в решении реальных задачах на актуальных наборах данных. Структурированность повествования достигается за счёт изложения практических моментов машинного обучения: без строгих доказательств и большого углубления в теоретические аспекты. Данная дисциплина позволит составить целостное представление в области приложений машинного обучения к реальным задачам.

Задачами, решаемыми в рамках изучения дисциплины, являются:

- создание у обучающихся понимания тех задач и проблем, которые решаются при помощи методов машинного обучения;
- знакомство с областями приложения результатов, получаемых в результате применения методов искусственного интеллекта;
- изучение специфических программных инструментов (scikitlern, PyTorch, TensorFlow) и языков (Python 3, R), используемых в области искусственного интеллекта и машинного обучения;
- освоение основ разных типов обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением и т.д.;
- знакомство с вопросами представления и визуализации результатов исследований в области машинного обучения;

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа курса предназначена обучающимся которые имеют базовые представления в области: математического анализа; линейной алгебры; программирования; теории вероятности и математической статистики.

1.2.1 Требуемые компетенции

- Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;
- Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины. Для оценки достижения компетенций применяются следующие индикаторы.

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	<p>умеет:</p> <p>разрабатывать оригинальные программные средства на основе моделей машинного обучения реализующих решение профессиональных задач</p> <p>знает:</p> <p>принципы разработки оригинальных программных средств с использованием моделей машинного обучения</p>	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта
ПКП-6-ИИР-ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач	<p>умеет:</p> <p>ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения</p> <p>знает:</p> <p>классы методов и алгоритмов машинного обучения</p>	ПКП-6-ИИР-ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области
ПКП-7-ИИР-ПК-4. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем искусственного интеллекта	<p>умеет:</p> <p>применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения</p> <p>знает:</p> <p>принципы построения систем искусственного интеллекта, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта</p>	ПКП-7-ИИР-ПК-4.2. Осуществляет руководство созданием комплексных систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения
ПКП-9-ИИР-ПК-6. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях	<p>умеет:</p> <p>решать задачи по руководству коллективной проектной деятельностью для создания, поддержки и использования комплексных систем на основе аналитик больших данных</p> <p>знает:</p> <p>специфику сфер и отраслей, для которых реализуется проект по аналитике больших данных</p>	ПКП-9-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет руководство проектом по построению комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (28 часов в течение семестра) заключается в лабораторных работах и обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы с научной дискуссией по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

Предусмотрены учебные занятия с использованием дистанционных технологий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины,	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием	текущий контроль	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 3	16	14	2		14				4		62	12	50		42		28	6
	1-15	1-15	1-15		1-15				1-15		1-15	1-15	1-1		1-1		1-8	
ИТОГО	16	14	2		14				3		63	12	50		42		28	6

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ТРАЕКТОРИЯ 1 СЕМЕСТРА						
Форма обучения: очная						
Семестр 3			зачёт в форме сдачи семестровых задач, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль):

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	Введение. Концепция машинного в искусственном интеллекте . Основные задачи дисциплины.	лекции	1
II.	Многомерная регрессия. Нелинейная регрессия.	лекции	1
		семинары	1
		лабораторные работы	1
		под руководством преподавателя	10
		по методическим материалам	8
III.	Методы уменьшения размерности: РСА (метод главных компонент) Факторизационная машина. Метод сингулярного разложения.	лекции	2
		семинары	1
		лабораторные работы	1
		под руководством преподавателя	10
		по методическим материалам	7
IV.	Метод опорных векторов. Постановка задачи. Жесткие и мягкие отступы. Ядерные функции	лекции	2
		семинары	1
		лабораторные работы	1
		под руководством преподавателя	10
		по методическим материалам	5
V.	Кластеризация. K-means, DBSCAN, Affinity Propagation	лекции	2
		семинары	2
		лабораторные работы	2
		под руководством преподавателя	10
		по методическим материалам	5
VI.	Вероятностные методы. Наивный байесовский классификатор, гауссовские процессы, байесовские сети доверия.	лекции	2
		семинары	2
		лабораторные работы	2
		под руководством преподавателя	10
		по методическим материалам	5
VII.	Нейронные сети. Определение, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети в задачах классификации и регрессии	лекции	2
		семинары	2
		лабораторные работы	2
		под руководством преподавателя	5
		по методическим материалам	6
VIII	Методы ансамблирования деревьев решения	лекции	2
		семинары	2

		лабораторные работы	2
		под руководством преподавателя	4
		по методическим материалам	4
IX.	Работа с текстами на естественном языке. Этапы предобработки текстов. Тематическое моделирование. Фреймворки для работы с текстами. Нейронные сети в анализе текстов.	лекции	1
		семинары	1
		лабораторные работы	1
		в присутствии преподавателя	6
		по методическим материалам	6
X.	Приватность в анализе данных и машинном обучении. k-anonymity и differential privacy	лекции	1
		семинары	2
		лабораторные работы	2
		под руководством преподавателя	3
		в присутствии преподавателя	6
		по методическим материалам	4
XI.	Промежуточная аттестация	самостоятельная работа	13
		зачёт	2
		экзамен	2
		консультация	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекционных и семинарских занятий, выполнению лабораторных, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, а также подготовленных преподавателем и обучающимися электронных материалов. В силу того, что дисциплина проектно-ориентированная, часть лекционных занятий может быть заменена на семинарские, посвященные проектам обучающихся.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

3.1.3.1. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущая успеваемость фиксируется в виде решения практических и теоретических задач по учебным заданиям. При успешной сдаче полученных задач, в количестве достаточном для зачёта, допускаются к экзамену. Сдача экзамена предполагается в виде устно-письменного собеседования. На экзамене предполагается проверка как минимум 3-х тем из курса

3.1.3.2. Критерии оценивания итогового процента освоения дисциплины

Основание для получения зачёта по учебной дисциплине является сдача необходимого количества задач. Учебные задания оцениваются по шкале от 1 до 5, где 1 — решение имеет существенные недочёты, а 5 — решение полностью соответствует предъявленным требованиям.

Учебные задания доводятся до сведения в течении 1-3 суток после проведения занятия оговоренными способами (устно/при помощи электронной почты/при помощи других электронных источников, например Microsoft Teams). При выдаче учебных заданий преподаватель объявляет финальные сроки сдачи задания (по своему усмотрению). Обучающийся вправе демонстрировать промежуточные результаты преподавателю до назначенного срока и консультироваться по возникшим вопросам. Сдача заданий производится через размещения их в публичном репозитории, например на Github.

Оценка для получения зачёта рассчитывается по следующей формуле $(\text{score}/\text{overall_score}) * 100$, где score — балл набранный обучающимся на момент получения зачёта, overall_score — максимально возможный балл. Таким образом, получаемая оценка будет находится в диапазоне от 0 до 100 для перевода в систему ECTS.

Ответы на вопросы экзамена оцениваются по шкале от 0 (обучающийся не может ответить на вопрос) до 100 (ответ на вопрос является исчерпывающим) с последующим усреднением. Перевод баллов в оценку производится в соответствии с системой ECTS:

Формальные баллы	Оценка ECTS	Оценка СПбГУ при проведении экзамена	Оценка СПбГУ при проведении зачёта
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	
70-79	C	удовлетворительно	
61-69	D		
50-60	E	неудовлетворительно	
менее 50	F		не зачтено

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
1	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Практические задачи. Работа на занятиях. Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
2	ПКП-6-ИИР-ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	Практические задачи. Работа на занятиях.
3	ПКП-7-ИИР-ПК-4.2. Осуществляет руководство созданием комплексных систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения	Домашние задания. Работа на занятиях.

4	ПКП-9-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет руководство проектом по построению комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях	Практические задачи. Работа на занятиях.
---	--	--

Формируемые дисциплиной компетенции

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

- ПКП-6-ИИР-ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач

- ПКП-7-ИИР-ПК-4. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем искусственного интеллекта

- ПКП-9-ИИР-ПК-6. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях

- Формируется дисциплиной.

- Развивается дисциплиной.

- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию.

Пример списка вопросов устного экзамена

1. Многомерная регрессия.
2. Нелинейная регрессия.
3. Метрические алгоритмы.
4. Регуляризация.
5. Интерпретация и представление моделей.
6. Инженерия признаков.
7. Методы уменьшения размерности: РСА (метод главных компонент)
8. Факторизационная машина. Метод сингулярного разложения.
9. Метод опорных векторов. Постановка задачи.
10. Жесткие и мягкие отступы.
11. Ядерные функции
12. Кластеризация. K-means.
13. DBSCAN.
14. Affinity Propagation
15. Вероятностные методы. Наивный байесовский классификатор.
16. Гауссовские процессы.
17. Байесовские сети доверия.

Проверяемые компетенции: ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-6-ИИР-ПК-3, ПКП-7-ИИР-ПК-4, ПКП-9-ИИР-ПК-6

Проверяемые индикаторы: все, в соответствии с компетенциями

Критерии оценивания: обучающемуся даётся два билета с одним вопросом и задаётся несколько дополнительных вопросов по курсу. Ответы на вопросы экзамена оцениваются по шкале от 0 (обучающийся не может ответить на вопрос) до 100 (ответ на вопрос является исчерпывающим) с последующим усреднением.

Примеры практических и домашних задач:

Задача 1: реализация градиентного спуска

Для полученных данных реализуйте алгоритм многомерной линейной регрессии. В реализации используйте метод стохастического градиентного спуска и релевантные

метрики оценки качества. Результатом является программный код, размещенный в публичном репозитории с результатами подсчитанных метрик.

Проверяемые компетенции: Все

Задача 2: реализация метода опорных векторов

Для выданных входных данных реализуйте алгоритм метода опорных векторов. С как минимум 2мя ядрами и использованием релевантных метрик оценки качества. Результатом является программный код, размещенный в публичном репозитории с результатами подсчитанных метрик.

Проверяемые компетенции: Все

Задача 3: реализация метода кластеризации DBSCAN

Для выданных входных данных реализуйте алгоритм DBSCAN. Результат продемонстрировать с использованием релевантных метрик оценки качества. Результатом является программный код, размещенный в публичном репозитории с результатами подсчитанных метрик.

Проверяемые компетенции: Все

Задача 4: создание нейронной сети с методом обратного распространения ошибки

Для выданных данных реализуйте собственную нейронную сеть с методом обратного распространения ошибки. Результат продемонстрировать с использованием релевантных метрик оценки качества. Результатом является программный код, размещенный в публичном репозитории с результатами подсчитанных метрик.

Проверяемые компетенции: Все

Пример тестовых заданий:

1. Какая матрица может являться ядром:
 - a. Симметричная, положительно полуопределенная матрица; +
 - b. Несимметричная, положительно полуопределённая матрица;
 - c. Ничего из вышеперечисленного;
 - d. Любая матрица.
2. Что относится к видам градиентного спуска:
 - a. Mini-batch;
 - b. Стохастический градиентный спуск;
 - c. Adam;
 - d. Dct;
 - e. Всё из вышеперечисленного. +
3. Что не относится к известным архитектурам нейронных сетей:
 - a. Многослойный перцептрон Фишера; +
 - b. Многослойный перцептрон Румельхарта;
 - c. Сеть Джордана;
 - d. Сеть Элмана.
4. Что не относится к видам регрессии:
 - a. Логическая регрессия;
 - b. Квантильная регрессия;
 - c. Джекнайф-регрессия;
 - d. Лигвистическая регрессия. +
5. Что не относится к алгоритмам класетризации:
 - a. Иерархический;

- b. с-средних;
 - c. k-средних;
 - d. d-средних. +
6. Каково определение байесовской сети доверия:
 - a. Результат группировки узлов, объединяемых по сходству;
 - b. Результат группировки узлов, объединяемых по весу;
 - c. Ациклический направленный граф с тензорами (таблицами) условных вероятностей в узлах; +
 - d. Множество узлов в графе, равноудаленных от заданного узла-центра.
 7. Что не относится к задачам обучения с учителем:
 - a. Классификация;
 - b. Регрессия;
 - c. Кластеризация;
 - d. Ничего из вышеперечисленного.
 8. Как проявляется марковское свойство в байесовских сетях доверия
 - a. Если родители означены, то информация об их предках не влияет на вероятность конфигурации потомков; +
 - b. Если мы знаем, что Нева разлилась, пошёл дождь, прорвало канализационную трубу, то этого нам достаточно, чтобы оценить вероятность того, что ботинки промокли;
 - c. Набор интервальных оценок непротиворечив (согласован), если для произвольного элемента при выборе произвольной точки из интервальной оценки в остальных интервалах можно выбрать точки так, что получившийся набор точечных оценок непротиворечив;
 - d. Свойство предметной области, которое позволяет разбивать её на фрагменты знаний.
 9. Что не относится к методам ансамблирования деревьев:
 - a. Mini-batch;
 - b. Dct;
 - c. Adam;
 - d. Ничего из вышеперечисленного. +
 10. Какого вида ИНС не существует?
 - a. Наивные; +
 - b. Противоборствующие;
 - c. Рекуррентные;
 - d. Импульсные.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно-вспомогательный и инженерно-технический персонал должен иметь соответствующее образование и обладать навыками организации работы с пользовательскими программными продуктами в локальной сети компьютерного класса и в Интернете.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованная аудитория вместимостью 25 человек для проведения интерактивных занятий: видеопроектор, экран. .

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

В рамках изучения дисциплины выполнения практических заданий обучающимся могут потребоваться средства Microsoft Office, среды разработки для языков программирования Python 3 и R.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме, достаточном для проведения дисциплины. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме, достаточном для проведения дисциплины. Канцелярские принадлежности в объёме, достаточном для проведения дисциплины.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2009. – ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=277008&lang=ru&site=eds-live&scope=siteСПбГУ:https://proxy.library.spbu.ru:2096/book/10.1007%2F978-0-387-84858-7>.
2. Чжоу К., Фримэн Д. Машинное обучение и безопасность // Москва: ДМК Пресс. 2020. 388 с. ISBN: 978-5-97060-713-8 – ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook131707&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
3. Дж. Вандер Плас. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение // СПб: Питер. 2018. 576 с. ISBN: 978-5-49603-068-7 – ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRUIBOOKbooks356721&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
4. Бринк Х., Феверолф М., Ричардс Д. Машинное обучение // СПб: Питер. 2017. 336 с. ISBN: 978-5-496-02989-6 – ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=tr>

[ue&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRUIBOOKbooks355472&lang=ru&site=eds-live&scope=site](https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=375928&lang=ru&site=eds-live&scope=site)

5. Ohlsson S. Deep Learning : How the Mind Overrides Experience. Cambridge University Press; 2011. – ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=375928&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<https://library.spbu.ru/ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://old.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?resource_type=8&name=rures .
- Перечень ресурсов и баз данных по тематике Математика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Перечень ресурсов и баз данных по тематике Информатика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro +7(981) 680-99-29
Тулупьев Александр Львович	д.ф.-м.н,	профессор	профессор.	a.tulupyev@spbu.ru alt@dscs.pro +7 (931) 288-31-77