

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

Технологии искусственного интеллекта в Арктических исследованиях

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: ООО "Норникель - Общий центр обслуживания" Управление по методологии и администрированию проектной деятельности Направление по профессиональным услугам Группа анализа данных и машинного обучения, доцент Мурманского арктического государственного университета, кандидат технических наук
Запорожцев Иван Федорович

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

Сформировать у слушателей общие представления об актуальных задачах Арктических исследований, подходах к их решению с помощью технологий искусственного интеллекта, достоинствах и недостатках таких подходов.

Поставленные цели достигаются путем решения следующих задач курса: ознакомление с предметной областью кейсов, выбранных приоритетными для применения технологий искусственного интеллекта; анализ методов машинного обучения в рамках сквозных цифровых технологий, которым соответствуют эти кейсы; обсуждение математического обеспечения и его программных реализаций на разном уровне детализации; обсуждение проектирования и эксплуатации информационных систем, реализующих технологии искусственного интеллекта для Арктических исследований.

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

Знание основ информатики, программирования, математического анализа, численных методов, теории вероятностей, математической статистики, линейной алгебры, машинного обучения, технологий разработки программного обеспечения, управления проектами, организации исследовательской деятельности в пределах бакалаврской подготовки.

Дисциплина “Технологии искусственного интеллекта в Арктических исследованиях” является важным курсом в подготовке профессионального математика-программиста и предназначена для практического осмысления математических методов и информационных технологий в предметно-ориентированных ситуациях.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В процессе изучения дисциплины “Технологии искусственного интеллекта в Арктических исследованиях” обучаемые приобретают следующие

знания

- основные понятия исследовательской деятельности (наука, методология, научный метод, научная гипотеза, научная теория, основные методы научного познания, этапы научного исследования, управление натурными и вычислительными экспериментами);
- требования, предъявляемые к источникам информации для выполнения исследования и отчётам о научной деятельности;
- краткую историю европейских и отечественных экспедиций в Арктике;
- основные климатические и социально-экономические особенности Арктических территорий, основные особенности Северного морского пути как крупной судоходной магистрали;
- ведущие направления развития бизнеса и государственной политики в области освоения Арктики (проживания людей, извлечения природных ресурсов);
- методы машинного обучения в рамках сквозных цифровых технологий, допускающих применение технологий искусственного интеллекта;
- специфика задач Арктических исследований с применением сквозных цифровых технологий, допускающих применение технологий искусственного интеллекта;
- технологии поставки моделей на основе искусственного интеллекта конечному пользователю, организация труда в продуктовых командах (командах по созданию информационных систем и технологий) и роли Data Scientist.

умения

- применение понятийного аппарата, необходимого для проведения самостоятельного научного исследования и решения профессиональных задач;
- планирование работ в рамках конкретного исследования;
- постановка задачи (выявление требований), выбор методов решения задачи, выбор средств proof of concept для обсуждения предварительных результатов;
- создание необходимого иллюстративного материала по тезисам или развёрнутому описанию проблемы, способу её решения или результатам;
- анализ особенностей спроса и предложения рынка услуг и технологий Арктических исследований;
- выработка предложений в рамках технологического развития и модернизации отдельных бизнес-процессов с внедрением математического моделирования, программных средств анализа данных и поддержки принятия управленческих решений.

навыки

- работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных задач;
- обобщения, анализа, систематизации и критической оценки результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями;
- проведения исследовательской работы;
- оценки качества имеющихся продуктов и услуг с научной и прикладной точки зрения;
- выбора, ранжирования и применения технологий математического обеспечения на основе искусственного интеллекта для решения поставленной задачи;
- формулирования и проверки гипотез о возможностях модификации технологий, продуктов или услуг с учётом специфики Арктических регионов.

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

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3
1	Профессиональные компетенции	ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта 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	ПКП-6-ИИР-ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области ПКП-6-ИИР-ПК-3.3. Разрабатывает унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий
		ПКП-10-ИИР-ПК-7. Способен руководить проектом по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях	ПКП-10-ИИР-ПК-7.5. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Лабораторные занятия (16 ак.ч.) и вводная интерактивная лекция из раздела 1 (2 ак.ч.).

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная	итоговая аттестация	под руководством преподавателя в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)			
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 1	16			16					2				84		24		18	4
	2-25			2-25					2-25				1-1		1-1			
ИТОГО	16			16					2				84		24		18	4

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	
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ							
Форма обучения: очная							
Семестр 1			экзамен, по результатам работы за период обучения	по графику промежуточной аттестации			

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п.п.	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
1	Введение. Исследовательская деятельность и управление проектами	лекции	2
		практические занятия по методическим материалам	10
2		лекции	
		практические занятия	

	Жизненный цикл программных продуктов, поддерживающих математическое обеспечение	по методическим материалам	12
3	Арктика. Предметная область	лекции	
		практические занятия	
		по методическим материалам	10
4	Компьютерное зрение	лекции	4
		практические занятия	4
		по методическим материалам	10
5	Временные ряды	лекции	2
		практические занятия	4
		по методическим материалам	8
6	Обработка естественного языка, распознавание и синтез речи	лекции	4
		практические занятия	4
		по методическим материалам	12
7	Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий	лекции	4
		практические занятия	4
		по методическим материалам	10
8.	Аттестация	консультации	2
		экзамен	2

Раздел 1: Введение. Исследовательская деятельность и управление проектами

1. Теоретические основы исследовательской деятельности, математического моделирования и проведения вычислительных экспериментов.
2. Основы управления проектами в сфере информационных технологий.

Раздел 2: Жизненный цикл программных продуктов, поддерживающих математическое обеспечение

1. Жизненный цикл и технологии разработки программного обеспечения.
2. Реализация и эксплуатация информационных систем, поддерживающих решения на основе искусственного интеллекта.
3. Data Scientist как роль в продуктовой команде.

Раздел 3: Арктика. Предметная область

1. География и краткий исторический очерк исследований Арктики.
2. Современные природные условия, инфраструктура в Арктике.
3. Проекты и технологии в Арктике. Государственное участие в развитии Арктических территорий. Международный опыт, интересы бизнеса.

Раздел 4: Компьютерное зрение

Сквозная цифровая технология «Компьютерное зрение», методы искусственного интеллекта и соответствующие кейсы Арктических исследований:

- (1) поиск пропавших людей и распознавание объектов с воздуха при помощи беспилотных летательных аппаратов в условиях снега на открытой местности, ледовых полей, тундры;

- (2) распознавание знаков дорожного движения и иных объектов при движении в условиях снегопада;
- (3) распознавание фронтов и вихрей по данным дистанционного зондирования Земли (метеорологические и океанографические данные).

Раздел 5: Временные ряды

Сквозная цифровая технология «Временные ряды», методы искусственного интеллекта и соответствующие кейсы Арктических исследований:

- (1) прогнозирование значений временных рядов в системах мониторинга (задачи регрессии);
- (2) кластеризация временных рядов (временных отсчетов одного ряда или пространственных узлов мониторинга в условиях нескольких рядов одной и той же характеристики);
- (3) поиск аномалий в работе оборудования, предсказание аномальных событий.

Раздел 6: Обработка естественного языка, распознавание и синтез речи

Сквозные цифровые технологии «Обработка естественного языка» и «Распознавание и синтез речи», методы искусственного интеллекта и соответствующие кейсы Арктических исследований:

- (1) предоставление справочной информации текстовым или голосовым ботом-помощником и регистрация данных с голоса при проведении человеком мониторинга в сложных условиях среды;
- (2) распознавание голосовых команд в условиях шума (работающих двигателей, сильного ветра и т.д.)

Раздел 7: Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий

Задачи Арктических исследований, требующие применения нескольких сквозных технологий или выбора приоритетных:

- (1) предиктивная и прескриптивная аналитика в условиях контроля производственных процессов;
- (2) восстановление полей значений характеристик при метеоразведке и иных видах мониторинга по площадям вдоль траектории движения наземной или морской экспедиции;
- (3) автоматизация мониторинга и восстановления полей значений характеристик в условиях одновременного использования группы мобильных роботов (беспилотных летательных аппаратов и т.д.);
- (4) системы контроля движения глайдеров и иных подводных роботизированных систем;
- (5) разработка гибридных моделей на основе подходов гидро-, газо-, флюидодинамики и методов машинного обучения;
- (6) системы контроля работы экзоскелета человека и других видов «умной одежды» для задач военного и гражданского назначения (транспортировки грузов и т.д.).

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, выполнению заданий на практических занятиях, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, обучение по методическим материалам преподавателя и Интернет-ресурсам, которые указаны в данной программе.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся в рамках данной дисциплины является полезным дополнением к посещению лекций.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов по тематике курса и источников, указанных в списках литературы и Интернет-ресурсов.

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

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Для получения экзамена необходимо решить успешно сдать не менее 60% практических работ, предлагаемых в течение семестра. В случае, если к моменту проведения экзамена студент выполнил меньшее количество работ, на экзамене ему предлагается в устной форме обсуждение задач соответствующей тематики и сложности. Практические работы предполагают составление и исследование математических моделей в рамках предлагаемых кейсов, элементы программной реализации обучения и тестирования моделей, элементы внедрения моделей как информационных ресурсов для конечного пользователя, поиск кейсов, обсуждение возможных подходов для решения кейсов. Темы кейсов фиксированы, количество и форма выдачи остается на усмотрение преподавателя практических занятий. Возможна выдача кейсов повышенной сложности или предложение детальной проработки кейса с созданием готового программного продукта и развертыванием его на локальном сервере, в сети Интернет с использованием облачных технологий. Такие варианты засчитывается в качестве индивидуальных достижений студента (при подаче заявок на именные стипендии, конкурсы и т.п.); сдача таких заданий проводится в устной форме (демонстрация результатов).

Итоговый процент выполнения целей изучения дисциплины вычисляется как суммарная оценки за практические задачи и оценки за теоретический экзамен. Далее применяется следующее правило выставления оценки:

Итоговый процент выполнения, %	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
96-100%	A	Отлично
91-95%	B	Хорошо
86-90%	C	
81-85%	D	Удовлетв.
75-80%	E	
75% и ниже	F	Неудовлетв.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Применяет инструментальные среды, программно-технические платформы для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена

3	ПКП-6-ИИР-ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена
4	ПКП-6-ИИР-ПК-3.3. Разрабатывает унифицированные и обновляемые методологии описания, сбора и разметки данных, а также механизмы контроля за соблюдением указанных методологий	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена
5	ПКП-10-ИИР-ПК-7.5. Исследует и анализирует развитие новых направлений и перспективных методов и технологий в области искусственного интеллекта, участвует в исследовательских проектах по развитию перспективных направлений в области искусственного интеллекта (алгоритмическая имитация биологических систем принятия решений, автономное самообучение и развитие адаптивности алгоритмов к новым задачам, автономная декомпозиция сложных задач, поиск и синтез решений)	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена

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

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

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

Формируется дисциплиной.

Развивается дисциплиной.

Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

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

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

Формируется дисциплиной.

Развивается дисциплиной.

Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

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

ПКП-10-ИИР-ПК-7. Способен руководить проектом по созданию, внедрению и использованию одной или нескольких сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях

✓ Формируется дисциплиной.

□ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

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

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример списка теоретических вопросов для экзамена:

1. Теоретические основы исследовательской деятельности, математического моделирования и проведения вычислительных экспериментов.
2. Основы управления проектами в сфере информационных технологий.
3. Жизненный цикл и технологии разработки программного обеспечения.
4. Реализация и эксплуатация информационных систем, поддерживающих решения на основе искусственного интеллекта.
5. Data Scientist как роль в продуктовой команде (команде разработки программных продуктов).
6. География и краткий исторический очерк исследований Арктики.
7. Современные природные условия, инфраструктура в Арктике. Северный морской путь
8. Государственное участие в развитии Арктических территорий.
9. Проекты и технологии в Арктике. Международный опыт, интересы бизнеса. Добыча нефти и газа.
10. Сквозная цифровая технология «Компьютерное зрение». Кейс: поиск пропавших людей и распознавание объектов с воздуха при помощи беспилотных летательных аппаратов в условиях снега на открытой местности, ледовых полей, тундры.
11. Сквозная цифровая технология «Компьютерное зрение». Кейс: распознавание знаков дорожного движения и иных объектов при движении в условиях снегопада.
12. Сквозная цифровая технология «Компьютерное зрение». Кейс: распознавание фронтов и вихрей по данным дистанционного зондирования Земли (метеорологические и океанографические данные).
13. Сквозная цифровая технология «Временные ряды». Кейс: прогнозирование значений временных рядов в системах мониторинга (задачи регрессии).
14. Сквозная цифровая технология «Временные ряды». Кейс: кластеризация временных рядов (временных отсчетов одного ряда или пространственных узлов мониторинга в условиях нескольких рядов одной и той же характеристики).
15. Сквозная цифровая технология «Временные ряды». Кейс: поиск аномалий в работе оборудования, предсказание аномальных событий.
16. Сквозные цифровые технологии «Обработка естественного языка» и «Распознавание и синтез речи». Кейс: предоставление справочной информации текстовым или голосовым ботом-помощником и регистрация данных с голоса при проведении человеком мониторинга в сложных условиях среды.
17. Сквозные цифровые технологии «Обработка естественного языка» и «Распознавание и синтез речи». Кейс: распознавание голосовых команд в условиях шума (работающих двигателей, сильного ветра и т.д.)
18. Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий. Кейс: предиктивная и прескриптивная аналитика в условиях контроля производственных процессов.

19. Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий. Кейс: восстановление полей значений характеристик при метеоразведке и иных видах мониторинга по площадям вдоль траектории движения наземной или морской экспедиции.
20. Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий. Кейс: автоматизация мониторинга и восстановления полей значений характеристик в условиях одновременного использования группы мобильных роботов (беспилотных летательных аппаратов и т.д.).
21. Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий. Кейс: системы контроля движения глайдеров и иных подводных роботизированных систем.
22. Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий. Кейс: разработка гибридных моделей на основе подходов гидро-, газо-, флюидодинамики и методов машинного обучения.
23. Комбинированные тематические группы сквозных цифровых технологий. Кейс: системы контроля работы экзоскелета человека и других типов «умной одежды» для задач военного и гражданского назначения (транспортировки грузов и т.д.).

Проверяемые компетенции: все

Критерии оценивания: обучающемуся даётся два билета и задаётся несколько дополнительных вопросов по курсу. Ответ на каждый вопрос билета и на дополнительные вопросы оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине осуществляется в установленном в СПбГУ 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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

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

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специализированное оборудование не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Нет.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Мел или маркеры для доски, губка.

3.4. Информационное обеспечение

1. Чио 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>
2. 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>
3. 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=true&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRUIBOOKbooks355472&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
4. 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. – ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook69955&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
5. GADAL S, Ignatyeva V, Государственное управление и развитие России: Национальные цели. Арктические регионы России. Роль национальных проектов в формировании устойчивого развития – ЭР по подписке СПбГУ: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.C0D18B81&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:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.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?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

- Информатика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Запорожцев Иван Федорович, кандидат технических наук,
старший аналитик в ООО "Норникель - Общий центр обслуживания" Управление по методологии и администрированию проектной деятельности Направление по профессиональным услугам Группа анализа данных и машинного обучения (по совместительству: доцент Мурманского арктического государственного университета), zaporozhtsev.if@gmail.com