

Белорусский государственный университет



МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 09 Прикладная математика и информатика

*профилизации:
Компьютерный анализ данных*

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 09-2019 и учебных планов G31-073/уч. от 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.Н. Сталевская – доцент кафедры математического моделирования и анализа данных факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физ.-мат. наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

И.К.Пирштук – старший научный сотрудник НИЛ проблем безопасности информационных технологий Учреждения БГУ "Научно-исследовательский институт прикладный проблем математики и информатики", кандидат физ.-мат. наук, доцент;

В.С.Муха – профессор кафедры информационных технологий автоматизированных систем Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор технических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой математического моделирования и анализа данных (протокол № 18 от «18» июня 2019 года);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 5 от 28 июня 2019 года).

Заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных  И.А. Бодягин



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Учебная дисциплина «Методы и алгоритмы машинного обучения» знакомит студентов II ступени (магистрантов) с моделями, методами и алгоритмами машинного обучения, а также формирует теоретические знания и практические навыки для решения научно-исследовательских и прикладных проблем, связанных с выявлением закономерностей в современных задачах.

Цель учебной дисциплины:

- обучение моделям, методам и алгоритмам машинного обучения;
- формирование практических умений и навыков работы с алгоритмами машинного обучения на языке Python;
- формирование умений выбирать наиболее подходящий алгоритм анализа данных;
- приобретение навыков для интерпретации полученных результатов.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основные модели, методы и алгоритмы машинного обучения;
- ознакомить студентов с применением изучаемых алгоритмов для анализа данных, а также их преимуществами и недостатками;
- сформировать у студентов магистратуры практические навыки использования методов машинного обучения для анализа данных, а также умения выбора наиболее подходящего и эффективного алгоритма для решения поставленной задачи.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения высшего образования и входит в модуль «Модели, методы и алгоритмы машинного обучения».

Программа составлена с учетом **межпредметных связей** с учебными дисциплинами. Основой для изучения учебной дисциплины являются следующие учебные дисциплины первой ступени высшего образования: «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вычислительные методы алгебры», «Методы численного анализа» и «Методы оптимизации». Знания, полученные в учебной дисциплине, используются при изучении дисциплин государственного компонента «Нейронные сети в машинном обучении» модуля «Модели, методы и алгоритмы машинного обучения», а также дисциплин модулей «Математические методы в анализе данных», «Анализ данных в приложениях» и «Визуализация и интеллектуальный анализ».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Методы и алгоритмы машинного обучения» должно обеспечить формирование следующих специализированных компетенций:

СК-5 – Владеть основными концепциями, математическими моделями, методами и алгоритмами теории машинного обучения;

СК-6 – Иметь опыт реализации машинного обучения при решении задач на реальных данных;

СК-7 – Знать достоинства и недостатки современных методов машинного обучения.

В результате освоения учебной дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- методы и алгоритмы машинного обучения, их достоинства и недостатки;

уметь:

- выбирать наиболее подходящий алгоритм (алгоритмы) для решения прикладных задач анализа данных;
- проектировать, разрабатывать и использовать системы машинного обучения для решения задач анализа данных;
- интерпретировать получаемые результаты;

владеть:

- математическими моделями и методами машинного обучения анализа данных;
- инструментарием на языке Python для реализации моделей и алгоритмов машинного обучения.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 1-ом и 2-ом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Методы и алгоритмы машинного обучения» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 252 часа, в том числе 80 аудиторных часов, из них: лекции – 40 часов, практические занятия – 40 часов.

Распределение часов по семестрам:

в 1-ом семестре для очной формы получения высшего образования – 126 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них: лекции – 20 часов, практические занятия – 20 часов;

во 2-ом семестре для очной формы получения высшего образования – 126 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них: лекции – 20 часов, практические занятия – 20 часов;

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине: зачет – в 1-ом семестре, экзамен – во 2-ом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Введение в машинное обучение и анализ данных

Введение. История анализа данных. Постановки задач в машинном обучении: классификация, регрессия, ранжирование, кластеризация, латентные модели. Примеры задач. Виды данных: структурированные таблицы, тексты, изображения, звук. Признаки.

Раздел 2. Линейные модели

Тема 2.1. Линейная регрессия

Модель линейной регрессии. Измерение ошибки в задачах регрессии. Обучение линейной регрессии. Аналитическое и численное решение задачи МНК. Градиентный спуск, методы оценивания градиента. Модификации градиентного спуска. Проблема переобучения. Оценивание качества моделей. Функции потерь. Гиперпараметры. Разреженные модели. Регуляризация. Квантильная регрессия (постановка задачи и примеры использования). Методы оценивания обобщающей способности, кросс-валидация. Преобразование признаков: кодирование категориальных признаков, нелинейные признаки, масштабирование.

Тема 2.2. Линейные модели классификации

Модель линейной классификации. Обучение линейных классификаторов. Метрики качества классификации: доля правильных ответов, матрица ошибок, точность и полнота, AUC, индекс Джини, чувствительность к размеру классов, precision-recall кривая.

Тема 2.3. Логистическая регрессия

Оценивание вероятностей. Правдоподобие и логистические потери. Модель логистической регрессии.

Тема 2.4. Метод опорных векторов

Разделимый случай. Неразделимый случай. Сведение к безусловной задаче.

Тема 2.5. Многоклассовая классификация

Многоклассовая классификация. Сведение к серии бинарных задач. Многоклассовая логистическая регрессия. Многоклассовый метод опорных векторов. Метрики качества многоклассовой

классификации. Классификация с пересекающимися классами. Независимая классификация. Стекинг классификаторов. Трансформация пространства ответов. Метрики качества классификации с пересекающимися классами. Категориальные признаки. Бинарное кодирование. Бинарное кодирование с хэшированием. Счетчики.

Раздел 3. Решающие деревья

Тема 3.1. Решающие деревья

Определение решающего дерева. Общий алгоритм построения, критерии информативности. Конкретные критерии для классификации и регрессии. Тонкости решающих деревьев: обработка пропущенных значений, стрижка, регуляризация. Решающие деревья и линейные модели.

Раздел 4. Композиции моделей

Тема 4.1. Бэггинг, случайные леса и разложение ошибки на смещение и разброс

Общая идея bias-variance decomposition. Бэггинг и метод случайных подпространств. Случайные леса и extra random trees. Бустинг.

Тема 4.2. Градиентный бустинг

Бустинг в задаче регрессии. Градиентные бустинг, регуляризация, функция потерь. Градиентный бустинг над решающими деревьями. Взвешивание объектов. Влияние шума на обучение. Методы оптимизации второго порядка.

Тема 4.3. XGBoost

Имплементации: xgboost, lightgbm, catboost. Стекинг. Блендинг.

Раздел 5. Подготовка данных

Тема 5.1. Снижение размерности

Отбор признаков. Понижение размерности и метод главных компонент. Подготовка категориальных и текстовых данных.

Тема 5.2. Рекомендательные системы

Признаки в рекомендательных системах. Коллаборативная фильтрация. Контентные модели. Статистические признаки. Метрики

качества рекомендаций: качество предсказаний, покрытие, новизна, прозорливость, разнообразие. Архитектура рекомендательных систем.

Раздел 6. Методы классификации и восстановления регрессии

Тема 6.1. Байесовская классификация и оценивание плотности

Принцип максимума апостериорной вероятности. Теорема об оптимальности байесовского классификатора. Оценивание плотности распределения: три основных подхода. Наивный байесовский классификатор.

Непараметрическое оценивание плотности. Ядерная оценка плотности Парзена-Розенблатта. Одномерный и многомерный случаи. Метод парзеновского окна. Выбор функции ядра. Выбор ширины окна, переменная ширина окна. Параметрическое оценивание плотности. Нормальный дискриминантный анализ. Многомерное нормальное распределение, геометрическая интерпретация. Выборочные оценки параметров многомерного нормального распределения. Квадратичный дискриминант. Вид разделяющей поверхности. Подстановочный алгоритм, его недостатки и способы их устранения. Линейный дискриминант Фишера. Проблемы мультиколлинеарности и переобучения. Регуляризация ковариационной матрицы. Параметрический наивный байесовский классификатор.

Тема 6.2. EM-алгоритм

Смесь распределений. EM-алгоритм как метод простых итераций для решения системы нелинейных уравнений. Выбор числа компонентов смеси. Пошаговая стратегия. Априорное распределение Дирихле. Смесь многомерных нормальных распределений. Сеть радиальных базисных функций (RBF) и применение EM-алгоритма для её настройки.

Тема 6.3. Метрические методы классификации и регрессии.

Гипотезы компактности и непрерывности. Обобщённый метрический классификатор. Метод ближайших соседей kNN и его обобщения. Подбор числа k по критерию скользящего контроля. Метод окна Парзена с постоянной и переменной шириной окна. Метод потенциальных функций и его связь с линейной моделью классификации. Непараметрическая регрессия. Локально взвешенный метод наименьших квадратов. Ядерное сглаживание. Оценка Надарая-Ватсона с постоянной и переменной шириной окна. Выбор функции ядра. Задача отсева выбросов. Робастная непараметрическая регрессия. Алгоритм LOWESS. Задача отбора эталонов. Понятие отступа. Алгоритм СТОЛП. Задача отбора признаков. Жадный алгоритм построения метрики.

Тема 6.4. Ядерные методы

Восстановление нелинейных зависимостей. Двойственное представление для линейной регрессии. Методы построения и выбора ядер.

Оптимизационные задачи и теорема Куна-Таккера. Ядерный SVM. Связь с методом ближайших соседей.

Гильбертовы пространства и теорема о представлениях. Аппроксимация спрямляющего пространства. Ядерный метод главных компонент.

Раздел 7. Дополнительные разделы машинного обучения

Тема 7.1. Обучение без учителя

Задача кластеризации. K-Means, DBSCAN, MeanShift. Иерархическая кластеризация. Визуализация и t-SNE. Представления слов.

Тема 7.2. Обучение ранжированию

Постановка задачи. Метрика качества ранжирования. Признаки в моделях ранжирования. Методы ранжирования: поточечные, попарные, списочные.

Тема 7.3. Обнаружение аномалий

Несбалансированная классификация. Одноклассовая классификация: статистические методы, метрические методы, одноклассовый SVM, Isolation Forest/

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	Количество часов УСР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение	2	2					
1.1	Введение в машинное обучение и анализ данных	2	2					Контрольная работа.
2	Линейные модели	10	10					
2.1	Линейная регрессия	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой.
2.2	Линейные модели классификации	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
2.3	Логистическая регрессия	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой.
2.4	Метод опорных векторов	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой. Контрольная работа.
2.5	Многоклассовая классификация	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
3	Решающие деревья	2	2					
3.1	Решающие деревья	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений. Коллоквиум.
4	Композиции моделей	6	6					

4.1	Бэггинг, случайные леса и разложение ошибки на смещение и разброс	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой.
4.2	Градиентный бустинг	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
4.3	XGBoost	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
5	Подготовка данных	4	2					
5.1	Снижение размерности	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
5.2	Рекомендательные системы	2						Устный опрос
6	Методы классификации и восстановления регрессии	10	12					
6.1	Байесовская классификация и оценивание плотности	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой.
6.2	EM-алгоритм	2	2					Контрольная работа
6.3	Метрические методы классификации и регрессии	2	4					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
6.4	Ядерные методы	4	4					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
7	Дополнительные разделы машинного обучения	6	6					
7.1	Обучение без учителя	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
7.2	Обучение ранжированию	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой
7.3	Обнаружение аномалий	2	2					Отчет о выполнении домашних практических упражнений с их устной защитой

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Мерков А. Б. Распознавание образов. Построение и обучение вероятностных моделей. 2014. – 238 с.
2. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: основы моделирования и первичная обработка данных. — М.: Финансы и статистика, 1983.
3. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: исследование зависимостей. — М.: Финансы и статистика, 1985
4. Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. — М.: Финансы и статистика, 1989
5. Журавлев Ю. И., Рязанов В. В., Сенько О. В. «Распознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения. — М.: Фазис, 2006. ISBN 5-7036-0108-8
6. Коэльо Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2016. 302 с.
7. Мерков А. Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. 2011. 256 с.
8. Bishop С. М. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006. — 738 p.
9. Hastie Т., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2014. — 739 p.

Перечень дополнительной литературы

1. Маккини, У. Python и анализ данных. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 462 с.
2. Filzmoser, P. Linear and nonlinear methods for regression and classification and applications in R. – Vienna University of Technology. CS. №3, 2008. – 1-52 pp.
3. Mitchell Т. Machine Learning. —McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 1997. ISBN 0-07-042807-7
4. Python documentation [Electronic resource]. – Mode of access: <https://docs.python.org/>.
5. Scikit-learn Machine Learning in Python [Electronic resource]. – Mode of access: <http://scikit-learn.org/>.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: выборочный устный опрос, коллоквиум.
2. Письменная форма: контрольные работы, отчеты по домашним практическим упражнениям.
3. Устно-письменная форма: отчеты по практическим упражнениям с их устной защитой, оценивание на основе проектного метода.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Программные средства анализа данных» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку:

- отчёты о выполнении домашних практических упражнений (с их устной защитой) – 50 %;
- контрольные работы – 30 %;
- коллоквиум – 20 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 30 %, экзаменационная оценка – 70 %.

Примерная тематика практических занятий

<i>Занятие № 1.</i>	Введение в анализ данных на Python.
<i>Занятие № 2-6.</i>	Линейные модели.
<i>Занятие № 7.</i>	Решающие деревья.
<i>Занятие № 9-10.</i>	Композиции алгоритмов
<i>Занятие № 11.</i>	Метод главных компонент
<i>Занятие № 12.</i>	Байесовский классификатор
<i>Занятие № 13.</i>	Восстановление плотности распределений
<i>Занятие № 14-15.</i>	Метрические методы
<i>Занятие № 16-17.</i>	Ядерные методы
<i>Занятие № 18.</i>	Обучение без учителя
<i>Занятие № 19.</i>	Обучение ранжированию
<i>Занятие № 20.</i>	Обнаружение аномалий

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины (эвристический, проективный, практико-ориентированный)

При организации образовательного процесса большинство практических занятий использует практико-ориентированный подход, который предполагает:

– освоение содержания образования через решения практических задач;

– приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности.

Кроме этого, при организации образовательного процесса используется комбинация методов группового обучения, проектного обучения и учебной дискуссии. Комбинация методов предполагает: ориентацию на генерирование идей, приобретение навыков для решения исследовательских, творческих и коммуникационных задач, появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся, подготовка к экзамену

Для организации самостоятельной работы студентов магистратуры по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, методические указания к практическим занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к экзамену, задания, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Модель линейной регрессии. Измерение ошибки в задачах регрессии. Обучение линейной регрессии.
2. Аналитическое и численное решение задачи МНК.
3. Градиентный спуск, методы оценивания градиента. Модификации градиентного спуска.
4. Проблема переобучения.
5. Оценивание качества моделей.
6. Гиперпараметры.

7. Разреженные модели. Регуляризация.
8. Квантильная регрессия (постановка задачи и примеры использования).
9. Методы оценивания обобщающей способности, кросс-валидация.
10. Преобразование признаков: кодирование категориальных признаков, нелинейные признаки, масштабирование.
11. Модель линейной классификации.
12. Обучение линейных классификаторов.
13. Метрики качества классификации: доля правильных ответов, матрица ошибок, точность и полнота, AUC, индекс Джини, чувствительность к размеру классов, precision-recall кривая.
14. Оценивание вероятностей. Правдоподобие и логистические потери. Модель логистической регрессии.
15. Метод опорных векторов. Разделимый случай.
16. Метод опорных векторов. Неразделимый случай.
17. Метод опорных векторов. Сведение к безусловной задаче.
18. Многоклассовая классификация. Сведение к серии бинарных задач.
19. Многоклассовая логистическая регрессия.
20. Многоклассовый метод опорных векторов.
21. Метрики качества многоклассовой классификации.
22. Классификация с пересекающимися классами. Независимая классификация. Стекинг классификаторов.
23. Трансформация пространства ответов.
24. Метрики качества классификации с пересекающимися классами.
25. Категориальные признаки. Бинарное кодирование. Бинарное кодирование с хэшированием. Счетчики.
26. Решающие деревья. Определение решающего дерева.
27. Решающие деревья. Общий алгоритм построения, критерии информативности. Конкретные критерии для классификации и регрессии.
28. Тонкости решающих деревьев: обработка пропущенных значений, стрижка, регуляризация. Решающие деревья и линейные модели.
29. Бэггинг, случайные леса и разложение ошибки на смещение и разброс
30. Общая идея bias-variance decomposition. Бэггинг и метод случайных подпространств. Случайные леса и extra random trees. Бустинг.
31. Бустинг в задаче регрессии. Градиентные бустинг, регуляризация, функция потерь.
32. Градиентный бустинг над решающими деревьями. Взвешивание объектов. Влияние шума на обучение. Методы оптимизации второго порядка.
33. Имплементации: xgboost, lightgbm, catboost. Стекинг. Блендинг.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основные понятия машинного обучения. Основные постановки задач. Примеры прикладных задач.

2. Линейные методы регрессии: функционалы качества, методы настройки, особенности применения.
3. Линейные методы классификации: функционалы качества, методы настройки, особенности применения.
4. Метрики качества алгоритм регрессии и классификации.
5. Оценивание качества алгоритмов. Отложенная выборка, ее недостатки. Оценка полного скользящего контроля. Кросс-валидация. Leave-one-out.
6. Деревья решений. Методы построения деревьев. Их регуляризация.
7. Композиции алгоритмов. Разложение ошибки на смещение и разброс.
8. Случайный лес, его особенности.
9. Градиентный бустинг, его особенности при использовании деревьев в качестве базовых алгоритмов.
10. Кластеризация. Алгоритм K-Means.
11. Байесовский классификатор.
12. Восстановление плотности.
13. EM-алгоритм.
14. Метрические методы классификации и регрессии.
15. Ядерные методы.
16. Обучение без учителя.
17. Обучение ранжированию.
18. Одноклассовая классификация и обнаружение аномалий.
19. Снижение размерности.
20. Рекомендательные системы

Рекомендуемая тематика контрольных работ и коллоквиума:

1. Контрольная работа № 1 «Основные понятия в машинном обучении».
2. Контрольная работа № 2 «Линейные классификаторы. SVM».
3. Контрольная работа № 3. «Байесовские классификаторы».
4. Коллоквиум «Построение ансамблей классификаторов».

Текущий контроль знаний проводится в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Нейронные сети в машинном обучении	Математическое моделирование и анализа данных	Нет	Изменений в содержании учебной программы не требуется, протокол № 15 от 02 апреля 2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
